

Estudio de viabilidad para la acreditación del laboratorio de control de calidad de la
empresa SGS en las instalaciones de Drummond Ltd.

Autores:

Lilian Carolina Guerrero Better

Ana María Guerrero Márquez

Tutor:

Carmenza Luna Amaya Ph.D



Departamento de Ingeniería Industrial

Maestría en Ingeniería Administrativa

Barranquilla, Colombia

2017

"El informe del proyecto que figura en este documento no ha sido presentado previamente para optar por un título o diploma en esta o en cualquier otra institución de educación superior. Es resultado del conocimiento y creencia de los autores y no contiene ningún material publicado o escrito por otra persona excepto donde previamente se hace la debida referencia"

A nuestros padres con mucho cariño dedicamos el resultado del compromiso y esfuerzo entregado en el desarrollo de nuestro trabajo de grado.

Lilian y Ana María

Este trabajo de grado es resultado de la entrega, voluntad y esfuerzo.

Extendemos nuestros más sinceros agradecimientos a nuestra Directora de Grado, Ing. Carmenza Luna Amaya, Ph.D quién orientó nuestros conocimientos y capacidades para obtener el mejor resultado de éste proyecto.

A la Ing. Rita Peñabaena Niebles, Ph.D quien nos ayudó a identificar las oportunidades de mejora y acompañó los primeros pasos de nuestro trabajo.

A la Universidad del Norte por abrir espacios que nos permiten como profesionales desarrollar nuevas competencias.

A nuestras familias, compañeros y amigos por su apoyo y motivación.

Lilian y Ana María

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. CAPÍTULO 1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	5
1.1 ANTECEDENTES	5
1.2 IDENTIFICCIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.3 JUSTIFICACIÓN	9
1.4 OBJETIVOS	11
1.4.1 General.....	11
1.4.2 Específicos.....	11
1.5 RESULTADOS ESPERADOS.....	12
1.6 ETAPAS METODOLÓGICAS DEL PROYECTO	13
1.7 LIMITACIONES Y SUPUESTOS.....	15
1.8 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	16
2. CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA	21
2.1 MARCO CONCEPTUAL	21
2.2 MARCO TEÓRICO	27
2.2.1 Control de calidad de carbón	27
2.2.2 Estudios de viabilidad técnico – económico.....	35
2.3 MARCO ESPACIAL.....	39
2.4 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO	40
3. CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA - OPERATIVA Y ECONÓMICA.....	45
3.1 ETAPA 1. CONTEXTUALIZACIÓN	45
3.1.1 Verificación de condiciones contractuales entre SGS Colombia S.A.S. y Drummond Ltd.....	45

3.1.2	Anotaciones sobre la situación actual de la operación de la empresa	52
3.1.3	Revisión cumplimiento de tiempos de entrega de resultados	53
3.2	ETAPA 2. ESTUDIO TÉCNICO – OPERATIVO	55
3.2.1	Marco de requerimientos técnicos y operativos	55
3.2.2	Identificación de los servicios y actividades incluidas en la operación del laboratorio.	72
3.2.3	Definición de infraestructura y equipos necesarios para la operación	77
3.2.4	Definición de la estructura administrativa y organizacional óptima requerida para la operación	80
3.3	ETAPA 3. ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO	85
3.3.1	Cuantificación de la inversión requerida	86
3.3.2	Análisis y proyección de ingresos.	89
3.3.3	Costos y gastos de la operación	92
3.3.4	Ahorros generados con el proyecto	101
3.3.5	Evaluación económica y financiera.	103
3.3.6	Análisis de resultados.	107
3.4	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO	109
4.	CAPÍTULO 4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	113
4.1	CONSIDERACIONES INICIALES.....	113
4.2	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.....	114
4.2.1	FASE Inicial.	114
4.2.2	FASE I. Definición del Estado del Laboratorio.	114
4.2.3	FASE II. Estandarización y Documentación.	115
4.2.4	FASE III. Implementación del sistema.....	116
4.2.5	FASE IV. Auditoría de acreditación.....	117
5.	CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	123

5.1	RESULTADOS POR OBJETIVO.....	123
5.1.1	Específicos.....	123
5.1.2	General.....	126
5.2	RECOMENDACIONES.....	126
5.3	LÍNEAS DE FUTURO	127
	BIBLIOGRAFÍA	129

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1 Cumplimiento tiempos de entrega	10
Cuadro 1.2 Objetivos y resultados esperados	12
Cuadro 3.1 Requerimientos Norma ISO 17025:2015.	57
Cuadro 3.2 Actividades área Preparación de Muestras	72
Cuadro 3.3 Actividades área Análisis de Muestras	73
Cuadro 3.4 Actividades Administrativas.....	73
Cuadro 3.5 Esquema de turnos 7x3-7x4.....	81
Cuadro 3.6 Esquema de turnos 5x2.....	81
Cuadro 3.7 Resumen centro de costo proyecto Puerto Drummond Ltd.	100
Cuadro 4.1 Resumen Plan de Implementación.....	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 Mapa Puerto Drummond (Drummond Ltd., 2014).....	26
Figura 2-2 Tipos de Carbón (World Coal Institute, 2005)	31
Figura 2-3 Estructura general de la evaluación de proyectos (Baca Urbina, 2010)	36
Figura 3-1 Cumplimiento tiempos de entrega.	54
Figura 3-2 Estado de Cumplimiento de la Norma ISO/IEC 17025:2005	66
Figura 3-3 Estado Cumplimiento de los Requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005	67
Figura 3-4 Organigrama actual Laboratorio SGS Colombia en Puerto Drummond	80
Figura 3-5 Organigrama propuesto Laboratorio SGS Colombia en Puerto Drummond.....	82
Figura 3-6 Centros de costos proyecto SGS – Drummond.	99

LISTA DE TABLAS

Tabla 3-1 Cumplimiento tiempos de entrega.	54
Tabla 3-2 Lista de chequeo equipos de Laboratorio.....	77
Tabla 3-3 Necesidades en materia de Equipos y Mobiliario	79
Tabla 3-4 Inversión en equipos de cómputo.....	86
Tabla 3-5 Inversión en maquinaria y equipos	86
Tabla 3-6 Inversión en adecuaciones locativas y de infraestructura	87
Tabla 3-7 Inversión en muebles y enseres.....	87
Tabla 3-8 Inversión en instrumentos, herramientas y otros consumibles.....	87
Tabla 3-9 Inversión requerida para el trámite de acreditación ante la ONAC	88
Tabla 3-10 Resumen de la inversión proyectada.....	88
Tabla 3-11 Inversión inicial cargada al proyecto	89
Tabla 3-12 Ingresos reales por Análisis ASTM Próximos cortos	90
Tabla 3-13 Salarios personal requerido	93
Tabla 3-14 Comisión empresa de servicios temporales	94
Tabla 3-15 Costo suministro de alimentación y transporte	94
Tabla 3-16 Costo de dotación y elementos de protección personal por cargo	95
Tabla 3-17 Costo total anual dotación y EPP	96
Tabla 3-18 Costo de personal mensual.....	96
Tabla 3-19 Costo mensual consumibles 2016	97
Tabla 3-20 Costo de mantenimiento mensual	98
Tabla 3-21 Costo de formación y desarrollo anual.....	99
Tabla 3-22 Gastos mensuales reales de Administración y Ventas	99
Tabla 3-23 Gastos mensuales reales de Administración y Ventas cargados al proyecto ...	100
Tabla 3-24 Ahorro generado con la implementación del proyecto	103
Tabla 3-25 Vida útil de activos depreciables.	104
Tabla 3-26 Flujo de caja del proyecto	105
Tabla 3-27 Recuperación de la inversión	106
Tabla 3-28 Valores FCPP	106

LISTA DE ANEXOS

Anexo 3-1 Procedimientos documentados por SGS Colombia para la ejecución de análisis próximos cortos.

Anexo 3-2 Propuesta de diseño adecuaciones locativas Laboratorio.

Anexo 3-3 Job Descriptions de SGS Colombia para los cargos involucrados en la operación del laboratorio.

Anexo 3-4 Datos financieros y flujo de caja del proyecto.

RESUMEN

Este proyecto presenta el análisis de viabilidad para la acreditación del laboratorio de control de calidad de la empresa SGS en las instalaciones de Puerto Drummond. En el proceso se analizan aspectos técnicos, operativos, administrativos y financieros que inciden de manera directa en la decisión de cambio de modelo operativo actual a un nuevo modelo basado en la futura acreditación del laboratorio *in situ*, de manera que esté en capacidad de realizar las pruebas y análisis certificables que actualmente efectuados en el Laboratorio central de SGS en Barranquilla, y así mejorar la oportunidad y eficiencia del servicio prestado. Asimismo, se estructura un plan de implementación que oriente a la empresa en caso de optar por la alternativa propuesta, teniendo en cuenta todas las aristas del proceso y los requerimientos generales de funcionamiento.

Palabras clave: SGS Colombia S.A.S., Drummond Ltd., carbón, calidad de carbón, puerto carbonífero, estudio de viabilidad, laboratorio de calidad del carbón, acreditación, muestreo, toma de muestras, viabilidad técnica, evaluación financiera de proyectos.

ABSTRACT

This project presents the viability analysis for the accreditation of the SGS Quality Control Laboratory located in the facilities of Puerto Drummond. In this process, it will be analyzed technical, operational, administrative and financial aspects that directly influence the decision to change from the current operating model to a new one based on the future accreditation of the actual on-site laboratory, so that it is able to carry out the tests and analyzes that are currently carried out at SGS Central Laboratory in Barranquilla, thus improving the opportunity and efficiency of the service provided. Likewise, an implementation plan is structured to guide the company in case of opting for the proposed alternative, taking into account all the edges of the process and the general operating requirements.

Key Words: SGS Colombia S.A.S., Drummond Ltd., coal, quality coal, coal shipping port, viability analysis, coal quality control laboratory, accreditation, sampling, coal sample, technical viability, project financial evaluation.

INTRODUCCIÓN

SGS Colombia S.A.S. es la empresa que se encarga de la inspección, muestreo, análisis y certificación de la calidad del carbón de la compañía Drummond Ltd. La certificación de calidad del carbón es de vital importancia para el proceso operativo de Drummond Ltd. ya que sus resultados se convierten en importantes indicadores que permiten a la empresa minera monitorear y garantizar la calidad del carbón exportado y la satisfacción de los clientes. Por lo anterior, SGS Colombia S.A.S. debe propender a prestar sus servicios de manera ágil, eficiente y confiable. Actualmente los procesos fluyen de buena manera, mediante la ejecución de los *Análisis Rápidos (no normalizados)* en Laboratorio ubicado dentro de las instalaciones de Puerto Drummond, en Ciénaga, Magdalena. No obstante, existe otra tipología de análisis denominados *Próximos Cortos (normalizados)*, que deben ser realizados en el laboratorio central de Minerales en Barranquilla, que cuenta con la acreditación para tal fin, mientras que el laboratorio In Situ no cuenta ella. El proceso logístico de envío de muestras entre laboratorios se convierte en una restricción que en ocasiones afecta el tiempo de respuesta de la empresa certificadora de calidad ante los requerimientos de la empresa minera, haciendo más lenta la generación y entrega de resultados.

Este proyecto presenta el estudio de viabilidad técnica, operativa y económica para la acreditación del laboratorio de control de calidad del carbón de SGS Colombia S.A.S. dentro de las instalaciones del puerto de cargue de Drummond Ltd., para la emisión de los resultados certificables de análisis *Próximos Cortos* al carbón exportado. Es así como se desarrollan contenidos que giran alrededor de la descripción de la situación actual, haciendo énfasis en los antecedentes y contextualización de los mismos y, de manera subsiguiente, explorando posibles alternativas para afrontar la problemática identificada.

Para abordar la temática, este documento se estructuró en cinco capítulos: i) Presentación de la problemática, que incluye los antecedentes del proyecto, la definición de los resultados esperados y la metodología de trabajo que para el desarrollo y evaluación de la viabilidad del proyecto; ii) Marco de referencia, que presenta la fundamentación teórica y conceptual que soporta la elaboración del proyecto; iii) Desarrollo del estudio de viabilidad

técnica, operativa y económica, que contempla el desarrollo de cada una de las etapas planteadas en la metodología del proyecto, iniciando con la contextualización detallada del mismo, siguiendo el análisis técnico-operativo y el estudio económico-financiero, con fin de evaluar la viabilidad del proyecto; iv) Plan de implementación, que sirva como guía en el momento que se decida iniciar la acreditación del laboratorio in situ; y v) Conclusiones y recomendaciones surgidas de la elaboración del estudio de viabilidad, las cuales serán permitirán a la empresa SGS Colombia S.A.S. tomar una decisión documentada y acertada sobre la ejecución de este proyecto.

CAPÍTULO 1

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

CAPÍTULO 1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El objetivo de este capítulo es fundamentar el proceso previo al proyecto planteado, en este caso, la realización del estudio de viabilidad técnica, operativa y económica para la acreditación del Laboratorio de control de calidad del carbón dentro de las instalaciones del puerto de cargue de Drummond Ltd., para la emisión de los resultados certificables Próximos Cortos del carbón exportado. Para tal efecto se ha realizado una investigación que da cuenta de la identificación de los factores que permiten formular la problemática evidenciada.

1.1 ANTECEDENTES

Para contextualizar la problemática, se dará inicio con una explicación concisa de la razón de ser de la compañía SGS Colombia S.A.S, beneficiaria directa del proyecto que se busca desarrollar, especialmente en los aspectos que guardan estrecha relación con el área de análisis.

El grupo SGS fue fundado en 1878 y, como se presenta en su página web oficial, es la organización más grande en el mundo en los campos de la inspección, verificación, ensayos y certificación. Desde su creación se ha expandido por todo el mundo, operando actualmente en más de 140 países. (SGS S.A., SGS S.A., s.f.). Sus servicios básicos se enmarcan en las siguientes categorías:

Inspección: refiriéndose a la comprobación del estado y del peso de los productos comercializados en los transbordos, le ayudan a controlar la cantidad y la calidad, y a cumplir con los requisitos reglamentarios relevantes en diferentes regiones y mercados.

Ensayos: ofreciendo una red mundial de instalaciones de ensayos, donde trabaja un personal formado y experto, le permite reducir riesgos, reducir el tiempo de acceso al mercado y probar la calidad, la seguridad y el rendimiento de sus productos según los estándares aplicables de salud, seguridad y reglamentación.

Certificación: para probar que productos, procesos, sistemas o servicios son conformes a estándares y reglamentos nacionales o internacionales, o bien estándares definidos por el cliente, a través de la certificación.

Verificación: para garantizar que los productos y servicios cumplen con los estándares mundiales y las regulaciones locales. Gracias a la combinación de la cobertura mundial con el conocimiento local, así como una experiencia y unos conocimientos técnicos inigualables en casi todos los sectores, SGS abarca toda la cadena de suministro, desde materias primas hasta el consumo final. (SGS S.A., s.f.)

SGS opera en Colombia desde el año 1956 y todo lo relacionado con los servicios de Inspección, Muestreo, Análisis y Certificación de calidad y cantidad de minerales es atendido en Colombia por el sector Minerals Services en su sede ubicada en Barranquilla.

Desde 1995 SGS Colombia S.A.S. se suscribió bajo contrato comercial para llevar a cabo los servicios de administración de sistema de muestreo, análisis y certificación de calidad del carbón que exporta la empresa Drummond Ltd. Adicionalmente presta servicios de inspección de bodegas a los buques y determinación de peso de carga a bordo.

En aquel momento se estableció el laboratorio de *análisis rápidos* dentro de las instalaciones de Puerto Drummond. Los análisis rápidos se llevan a cabo con el objetivo de brindar soporte a las operaciones de carga del cliente ya que le permite controlar la calidad del carbón cargado en las embarcaciones, obteniendo, de ésta forma, resultados de calidad en poco tiempo, en contraste con el tiempo que se necesita para obtener los resultados por los métodos normalizados, teniendo en cuenta que los *análisis rápidos* arrojan valores aproximados del contenido en porcentaje de cada análisis realizado.

Una vez establecido el laboratorio de rápidos, se generó un proceso logístico para el envío a Barranquilla de una *muestra testigo* a la analizada en puerto para ser procesada en el laboratorio de Minerals Services, éste cuenta con equipos estandarizados, métodos validados y procedimientos alineados a normas internacionales que permite entregarle al cliente resultados reproducibles en cualquier otro laboratorio que valide la calidad del carbón.

El proceso logístico para el envío de la muestra de un laboratorio a otro es el siguiente: una vez colectada la muestra, se debe realizar la preparación de la misma teniendo en cuenta que se debe generar una muestra testigo para su posterior análisis certificable. Al finalizar cada turno de trabajo (12 horas), se empaquetan todas las muestras y son enviadas a Barranquilla con una frecuencia de dos veces al día.

Hasta el año 2014, los tiempos máximos de respuesta pactados con el cliente para resultados de análisis certificables eran 48 horas y la generación de certificados en 6 días una vez terminado el cargue de cada buque.

Hasta esa fecha Drummond Ltd. manejaba su tipo de cargue por barcazas, no obstante, este procedimiento de transporte del carbón fue duramente cuestionado por ser dañino para el medio ambiente, ya que implicaba transportar el carbón que la minera extrae desde un puerto en Ciénaga, cerca de Santa Marta, hasta unos buques que eran ubicados a ocho kilómetros de la playa (Revista Semana, 2014). Una vez se emitió la resolución 001 del 8 de enero de 2014, expedida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, se determinó que a partir de la fecha no se le aceptará a ninguna empresa y, en el caso concreto de la American Port Company, del grupo Drummond, embarcar carbón a través de barcazas y sólo le permitió reanudar la operación cuando implementaron el sistema de cargue directo, es decir, por intermedio de banda transportadora (El Herald, 2014).

Lo anterior llevó a Drummond Ltd. a una forzosa inmersión e inversión en cambio de infraestructura para establecer cargue directo a los buques. La instalación de los cargadores directos permite un flujo de carbón mucho más rápido, por consiguiente, esto se traduce en una reducción de tiempo de cargue del buque y aumento de los volúmenes de exportación, lo que generó a SGS Colombia S.A.S. la necesidad de reducir los tiempos de respuesta a su cliente.

Lo reducción máxima que se ha logrado en los tiempos de entrega por parte de SGS Colombia S.A.S. es a 24 horas para análisis certificables (*próximos cortos*) y 4 días para los certificado de calidad. No obstante, a pesar de los esfuerzos, estos tiempos de respuesta siguen siendo altos en relación a las necesidades y expectativas del cliente, lo que ubica a SGS Colombia S.A.S. en una posición de riesgo referente a la estabilidad del servicio que presta, pues, dado el atractivo del contrato, existen competidores que han preparado propuestas que incluyen mejoras en los tiempos de respuesta de la empresa certificadora de calidad.

1.2 IDENTIFICCIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta para escoger una empresa certificadora de calidad son los tiempos de respuesta al cliente, deben generarse resultados

confiables, veraces, repetibles y reproducibles en el menor tiempo posible; sobre todo en el caso de certificación de productos de exportación, dirigidos a mercados altamente exigentes, cuya tolerancia a desviaciones en resultados de calidad debería ser mínima.

SGS Colombia S.A.S. se desempeña como una empresa independiente e imparcial que se encarga de la inspección, muestreo, análisis y certificación del carbón de la compañía minera Drummond Ltd. Ésta última es una extractora y exportadora de carbón que, según los datos publicados en su página web oficial, mueve alrededor de 25 millones de toneladas de carbón a sus clientes en más de 30 países alrededor de mundo. (Drummond Ltd., s.f.)

Como resultado del alto volumen de operaciones de exportaciones de Drummond Ltd., SGS Colombia S.A.S. debe analizar, en promedio, 30 muestras diarias del mineral energético en el laboratorio de calidad ubicado en Puerto Drummond, en el municipio de Ciénaga, Magdalena.

Estas muestras se analizan en sitio para conocer los parámetros de calidad del carbón a medida que se cargan los buques, sin embargo, aunque el laboratorio en referencia está alineado con los estándares, normas y procedimientos globales de la compañía, éste no se encuentra en la capacidad de certificar los resultados porque no se encuentra acreditado para emitir dichos certificados, al no contar con la infraestructura, equipos y procedimientos dispuestos por la Norma ISO 17025 de 2005 que establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

Por lo anterior, SGS Colombia S.A.S. debe enviar las muestras diariamente al laboratorio central ubicado en Barranquilla, Atlántico, el cual cuenta con acreditación del Organismo Nacional de Acreditación en Colombia - ONAC para realizar análisis bajo estándares ASTM e ISO y de ésta forma poder emitir los certificados de calidad requeridos por Drummond Ltd. para poder vender su carbón a un tercero.

Drummond Ltd., con el objetivo de volverse una empresa más competitiva a nivel mundial, ha expandido sus operaciones, aumentando los volúmenes de exportaciones de carbón, por consiguiente, incrementando el ritmo de cargue de buques en el puerto. De manera consecuente, surge la exigencia a SGS Colombia S.A.S. de alinearse a la nueva dinámica de las operaciones de la empresa minera. Al volverse más rápido el cargue de buques, Drummond Ltd. requiere tener resultados certificables en menos tiempo que antes para agilizar sus transacciones comerciales.

SGS Colombia S.A.S. actualmente reporta datos rápidos en el laboratorio en puerto, los cuales se obtienen en un intervalo de 45 minutos a partir del momento en que la muestra fue colectada y resultados certificables en el laboratorio central en Barranquilla, en un plazo de 24 horas.

Los altos tiempos de repuesta de los resultados certificables se ven afectados por la operatividad misma del proceso, ya que es necesario esperar 12 horas a que finalice cada turno de trabajo para poder enviar las muestras a Barranquilla, adicional a los tiempos de empaque de las muestras, despacho, envío, transporte y recepción de muestras.

Además de los altos tiempos de respuesta, el modelo de operación actual presenta otra desventaja, ya que el transporte de las muestras colectadas desde el laboratorio en puerto (Ciénaga, Magdalena) hasta el laboratorio central (Barranquilla, Atlántico) conlleva su exposición a riesgos imprevisibles que, aunque se toman las medidas para mitigar, siempre habrá una probabilidad de ocurrencia, tales como accidentes de tránsito o actos delincuenciales contra el vehículo transportador, eventos que pudieran ocasionar retrasos significativos en el tráfico en carretera, entre otros.

En este orden de ideas, surge el siguiente interrogante: ¿La acreditación del laboratorio de control de calidad del carbón dentro de las instalaciones del puerto de cargue de Drummond Ltd., para la emisión de los resultados certificables Próximos Cortos del carbón exportado podría mejorar los tiempos de respuesta y certificación de calidad para el cliente?

Esta es la cuestión que se abordará en el presente documento y, para efectos de dar respuesta a dicho cuestionamiento, se realizará una investigación, análisis y procesamiento de información, con base en datos reales, los cuales servirán de sustento a la posición frente al particular.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La certificación de calidad del carbón es de vital importancia para el proceso operativo de Drummond Ltd., ya que sus resultados se convierten en importantes indicadores que permiten a la empresa minera monitorear los resultados obtenidos en virtud de los procedimientos utilizados desde el inicio del proceso de manejo del carbón, pasando por los análisis y diagnósticos geológicos para determinar las áreas a explotar, los procesos de

almacenamiento, lavado, trituración y transporte del mineral hasta el alistamiento para la exportación en el puerto.

En virtud de lo anterior, la certificación de la calidad del carbón es un asunto fundamental para este tipo de procesos, por tanto, la selección de la empresa certificadora de calidad es una diligencia exigente, en la cual deben ser tenidos en cuenta factores como son los tiempos de respuesta, los cuales deben estar alineados con los ritmos de operación de la empresa cliente, en este caso Drummond Ltd., y los requerimientos específicos de los clientes finales el producto, es decir, los compradores del carbón.

A partir del cambio en la operación de cargue en el Puerto Drummond, debido a las políticas nacionales que se establecieron para las empresas exportadoras de carbón, se encaminaron sus esfuerzos para mejorar los tiempos de cargue invirtiendo en nuevas tecnologías que propenden por optimizar su capacidad de carga llevándola a la vanguardia en el sector minero, de la misma manera que se ha aumentado la capacidad de muestreo.

Sin embargo, las muestras colectadas durante el cargue de las embarcaciones demoran en promedio cuatro días en la realización de todos los ensayos respectivos y emisión del certificado de calidad por parte de SGS Colombia S.A.S., dentro del proceso que implica el muestreo, preparación de la muestra, transporte hacia el laboratorio de Barranquilla y realización de los ensayos, en donde son tomados los datos para emitir la certificación. Este tiempo de respuesta es alto teniendo en cuenta el volumen de actividad realizada, lo que ha dado resultado en insatisfacción y presión por parte de la empresa cliente para emita información mayor prontitud y agilizar la culminación del proceso comercial con los clientes finales del producto.

Durante el año 2016, el cumplimiento de tiempos en la entrega de reportes certificables próximos cortos y certificados de calidad estuvo por debajo de la meta, como se muestra en el cuadro 1.1:

Cuadro 1.1 Cumplimiento tiempos de entrega. Elaboración propia con base en datos suministrados por SGS.

	Reportes Certificables - Próximos Cortos	Meta
% Cumplimiento promedio en entrega de resultados Año 2016	79,5%	98,0%

Esto quiere decir que, de la totalidad de los resultados de análisis *próximos cortos* realizados, sólo el 79,5% son entregados antes del cuarto día.

Actualmente, SGS Colombia S.A.S. es el único contratista responsable del muestreo y análisis de calidad del carbón exportado desde Puerto Drummond, sin embargo, en cualquier momento Drummond Ltd. podría adjudicar parte de la operación a otro contratista que le ofrezca mejores condiciones. En este orden de ideas, es deber de SGS Colombia S.A.S. acoplarse de la mejor manera al nuevo accionar de su contratante, Drummond Ltd., sin bajar la calidad, oportunidad y eficiencia del servicio prestado, buscando mejorar los tiempos de entrega en aras de mantener en buenos términos la satisfacción del cliente y garantizar la continuidad de la relación contractual existente con la minera.

El enfoque de este proyecto se dirige al planteamiento de una alternativa que disminuya los tiempos de respuesta, mediante la realización de ensayos y emisión de resultados con mayor agilidad, obteniendo mejoras en la satisfacción y fidelización de su cliente, Drummond Ltd.

Drummond Ltd. es el cliente más importante que maneja actualmente SGS en el sector de mineral services en Latinoamérica, por tanto cualquier esfuerzo direccionado a mantener dicha alianza vigente y, si fuere el caso, mejorarla, se verá compensado.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

Realizar un estudio de viabilidad para la acreditación del laboratorio de control de calidad de la empresa SGS en las instalaciones de Drummond Ltd., con la finalidad de fortalecer las relaciones con el cliente.

1.4.2 Específicos

- Contextualizar la posición actual de la operación de SGS Colombia S.A.S. como empresa certificadora de la calidad del carbón de Drummond Ltd. y definir los requerimientos de funcionamiento que deben ser tenidos en cuenta en el proceso acreditación del laboratorio.

- Analizar la viabilidad técnico – operativa de la acreditación del laboratorio con la finalidad de determinar los recursos y estructura necesarios para su funcionamiento.

- Analizar la viabilidad económica - financiera de la acreditación del laboratorio con el propósito de cuantificar el monto de inversiones requeridas para la realización del proyecto, la proyección de los costos y gastos de la operación y beneficios económicos esperados a partir de la implementación del mismo.

- Analizar y cuantificar los beneficios que representaría para la empresa SGS Colombia S.A.S la acreditación del laboratorio, mediante la cuantificación de ahorros, con el propósito de evaluar la viabilidad de la materialización misma.

- Diseñar un plan estratégico que facilite el proceso de acreditación del laboratorio de calidad del carbón.

1.5 RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados esperados con la implementación del proyecto propuesto se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 1.2 Objetivos y resultados esperados. Elaboración propia.

Objetivo general: Realizar un estudio de viabilidad para la acreditación del laboratorio de control de calidad de la empresa SGS en las instalaciones de Drummond Ltd., con la finalidad de fortalecer las relaciones con el cliente.		
No.	Actividades asociadas	Resultado esperado
1	Contextualizar la posición actual de la operación de SGS Colombia S.A.S. frente a Drummond Ltd. y definir los requerimientos de funcionamiento que deben ser tenidos en cuenta para la acreditación del laboratorio.	<i>Línea base del proyecto en la cual se muestre la situación actual de la operación y marco de requerimientos técnicos y operativos para la acreditación del laboratorio bajo los estándares de la compañía SGS</i>

Cuadro 1.2 Objetivos y resultados esperados. Elaboración propia.

Objetivo general: Realizar un estudio de viabilidad para la acreditación del laboratorio de control de calidad de la empresa SGS en las instalaciones de Drummond Ltd., con la finalidad de fortalecer las relaciones con el cliente.		
		<i>Colombia S.A.S. y las disposiciones de la Norma ISO 17025 de 2005.</i>
2	Analizar la viabilidad técnico – operativa de la acreditación del laboratorio.	<i>Estudio técnico – operativo de la acreditación del laboratorio, incluyendo los recursos y la estructura necesaria para su funcionamiento.</i>
3	Analizar la viabilidad económica - financiera para la acreditación del laboratorio.	<i>Cuantificación de inversiones requeridas para el proyecto, proyección de los costos y gastos de la operación, proyección de flujo de caja y evaluación financiera resultante.</i>
4	Analizar y cuantificar los beneficios que representaría para la empresa SGS Colombia S.A.S la acreditación del laboratorio.	<i>Análisis costo-beneficio de la acreditación del laboratorio, mediante la cuantificación de ahorros, con el propósito de evaluar la viabilidad de la materialización misma.</i>
5	Diseñar un plan estratégico que facilite el proceso de acreditación del laboratorio de calidad del carbón.	<i>Plan estratégico para la acreditación del laboratorio de calidad del carbón, con base en los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto.</i>

1.6 ETAPAS METODOLÓGICAS DEL PROYECTO

A continuación se presenta la metodología que se seguirá durante la realización del estudio de viabilidad para la acreditación del laboratorio dentro de las instalaciones del puerto de cargue de Drummond Ltd. para la emisión de los resultados certificables (*próximos cortos*) del carbón exportado.

ETAPA 1. Contextualización

- Análisis de la situación actual de la empresa SGS Colombia S.A.S. como empresa certificadora de la calidad del carbón exportado por Drummond Ltd.
- Análisis de las condiciones de la relación contractual entre SGS Colombia y Drummond Ltd., identificando las obligaciones y estándares del servicio ofrecido por la empresa certificadora de calidad a su cliente.
- Análisis histórico de tiempos de entrega de resultados certificables de calidad del carbón de exportación de Drummond Ltd. e identificación de desviaciones de los estándares establecidos para el cliente.
- Identificación de los requerimientos técnicos y de proceso para la acreditación del laboratorio bajo la Norma ISO 17025 de 2005 que establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración y estándares propios de la compañía SGS Colombia S.A.S

ETAPA 2. Estudio técnico – operativo

- Verificación de la viabilidad técnica de implementación.
- Identificación de los servicios y actividades incluidas en la operación del laboratorio.
- Definición de infraestructura y equipos necesarios para realizar la operación del laboratorio acreditado para emisión de los resultados certificables de los análisis *próximos cortos*.
- Definición de la estructura administrativa y organizacional óptima requerida para realizar las actividades incluidas en el alcance de los servicios prestados.

ETAPA 3. Análisis económico - financiero

- Cuantificación de las inversiones necesarias para la acreditación del laboratorio para emisión de los resultados certificables de los análisis *próximos cortos*, teniendo en cuenta la infraestructura existente en la actualidad.
- Análisis y cuantificación de los costos de operación asociados.
- Análisis y cuantificación de beneficios económicos esperados.
- Evaluación económica del proyecto.

ETAPA 4. Diseño del plan estratégico de implementación.

- Definición de las etapas y actividades para la posible acreditación del laboratorio, en caso de ser requerido.

ETAPA 5. Generación de conclusiones y recomendaciones.

- Síntesis de resultados obtenidos en las etapas anteriores, análisis de los mismos y generación de conclusiones y recomendaciones relevantes.
- Planteamiento de Líneas de Futuro para posibles investigaciones.

1.7 LIMITACIONES Y SUPUESTOS

El alcance del proyecto que se iniciará está dado por los objetivos que se busca obtener. En este sentido, se realizará un estudio para diagnosticar la viabilidad de acreditar el laboratorio en el Puerto de Drummond, para la emisión de los resultados certificables sobre los análisis próximos cortos de determinación de Humedad total, Humedad residual o de análisis, Cenizas, Azufre y Poder calorífico, que brinde bases a las directivas de la empresa SGS Colombia S.A.S. para tomar una decisión sobre la operación en relación con el cliente Drummond Ltd. Para ello, se analizará el sumario de requerimientos y disposiciones de la Norma ISO 17025 de 2005 que establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, además de los estándares internos propios de la compañía SGS a nivel global y a nivel Colombia.

A partir del proyecto se generarán las conclusiones correspondientes y recomendaciones pertinentes. Asimismo, se diseñará un plan que sirva de guía en el caso de que se decida implementar el proyecto en un corto o mediano plazo.

El análisis a realizar tomará como principio la relación contractual existente entre SGS Colombia S.A.S. y Drummond Ltd., siendo esta la principal fuente para el desarrollo y acreditación del laboratorio, por tanto, se tienen limitaciones como:

- El laboratorio a acreditar está ubicado en las instalaciones de Puerto Drummond. Lo que se pretende analizar es la actualización del laboratorio existente que le permitan emitir

los resultados *próximos cortos* (certificables) *in situ*, en el menor tiempo y con la menor inversión de recursos posible. Actualmente, la empresa SGS Colombia S.A.S. cuenta con un laboratorio certificado ubicado en la ciudad de Barranquilla, Atlántico, al cual son enviadas las muestras de material tomadas de cada cargue. Sin embargo, como se ha mencionado en previas ocasiones, el envío de las muestras es una actividad que, además de representar un alto riesgo, hace más lento el proceso debido a los grandes tiempos dedicados a desplazamientos.

- Se deben tener en cuenta las condiciones de espacio, recurso, personal y disponibilidad tecnológica que ofrece el puerto, ya que uno de los requisitos contractuales del servicio prestado es la disponibilidad del laboratorio *in situ*.

- Las adecuaciones locativas y modificaciones en el espacio e infraestructura deben ser aprobadas por el cliente, Drummond Ltd. En este caso, se asumirá que se cuenta con dichas aprobaciones.

- Se asumirá que no existe limitación de recursos de inversión para la implementación del proyecto.

- Los supuestos que dan base a la evaluación financiera del proyecto serán descritos en el capítulo 3.

1.8 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

Este capítulo presentó el componente previo del proyecto, mediante el cual fue posible diagnosticar la problemática actual sobre la que se trabajará. Las temáticas expuestas permiten al lector hacer una idea general de la situación, así como los antecedentes, justificación y entorno de la misma.

El capítulo siguiente aborda el planteamiento del marco conceptual y referencial del proyecto, con el cual se identificarán y definirán los conceptos clave en la realización del estudio en referencia. Asimismo, se analizan las herramientas que soportan la metodología

de trabajo, con el fin de ahondar en los conceptos relacionados con la misma y así contextualizar a los interesados en la materia.

Seguidamente, en el tercer capítulo, se presenta el desarrollo de cada una de las etapas planteadas en la metodología del proyecto. Se da inicio con la contextualización de la posición actual de la empresa, seguidamente, se analiza de manera detallada el aspecto técnico operativo implícito en la acreditación del laboratorio en las instalaciones del Puerto de Drummond Ltd., operado por SGS Colombia S.A.S. Como complemento a lo anterior, se desarrolla el estudio económico – financiero, con el objetivo de cuantificar las inversiones, costos y gastos asociados al proyecto y, con base en ello, evaluar la viabilidad del mismo y generar las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

Por último, se presenta la estructuración del plan de implementación propuesto en caso de que la empresa decida concretar la alternativa propuesta, tomando como base el desarrollo planteado a lo largo del documento.

CAPÍTULO 2

MARCO DE REFERENCIA

CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA

Para entender el proyecto, es necesario introducir una recopilación de conceptos, teorías, herramientas y definiciones generales que se relacionan con el desarrollo del tema a tratar. Con ello se busca ubicar al lector dentro del contexto general y aclarar las ideas que se tengan preconcebidas en relación con la problemática identificada y los métodos de confrontación de la misma.

El objeto del presente capítulo es presentar el marco referencial del trabajo realizado con el fin de unificar criterios y definir los tópicos y bases teóricos y/o científicas para la comprensión de la problemática identificada, el desarrollo de la solución planteada y la posterior interpretación de resultados encontrados.

2.1 MARCO CONCEPTUAL

A continuación se presentará glosario de definiciones y términos criterios generales para abordar los temas que trata el trabajo. Se presentarán en orden alfabético, siendo todos de igual importancia para la comprensión del tema que se aborda.

Análisis rápidos: Son análisis rápidos que se llevan a cabo con el objetivo de brindar soporte a las operaciones de carga del cliente ya que le permite controlar la calidad de los embarques en el momento del cargue, obteniendo, de ésta forma, resultados de la calidad del carbón manejado en poco tiempo, en contraste con el tiempo que se necesita para obtener los resultados por los métodos normalizados, teniendo la claridad que los análisis rápidos no son considerados como certificables sino que dan un valor aproximado del contenido en porcentaje de cada análisis realizado. (SGS Colombia S.A.S., 2016).

Análisis Próximo: Según la Norma ASTM, es aquel que comprende las determinaciones de: humedad en la muestra de análisis, contenido de cenizas, contenido de materia volátil y contenido de carbón fijo como diferencia. Sin embargo y mientras no se especifique lo contrario dentro de SGS se entenderá que un análisis próximo comprende además la determinación del contenido de azufre total y del poder calorífico bruto. (SGS, Análisis Próximos en Carbón y Coque, 2016).

Análisis Próximo Corto: Igual a la anterior definición, pero sin incluir los que requieren la determinación de materias volátiles. (SGS, Análisis Próximos en Carbón y Coque, 2016)

Carbón: “El carbón es un combustible fósil. Es una roca combustible, sedimentaria y de origen orgánico, compuesta principalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno. Se formó a partir de la vegetación, que se ha ido consolidando entre otros estratos de roca y se ha alterado por los efectos combinados de la presión y el calor a lo largo de millones de años para acabar formando las vetas de carbón”. (Carbunion, s.f.).

Mientras que el uso del carbón ha evolucionado y la producción ha crecido enormemente desde los tiempos de las locomotoras y las estufas de leña, este producto sigue siendo un componente esencial en nuestra vida cotidiana. La energía eléctrica generada por el carbón se utiliza para iluminar hogares, escuelas, oficinas y centros comerciales. Las instalaciones industriales generan calor y electricidad tanto para el hogar como para usos industriales. La demanda mundial de energía es cada vez mayor, al mismo tiempo que las naciones crecen y se desarrollan, también surgen nuevas aplicaciones que consumen más energía. En la actualidad, el carbón térmico es utilizado por empresas de servicios públicos para generar electricidad, mientras que el carbón metalúrgico se utiliza para el proceso de coquización o en lugar del carbón térmico. (Drummond Ltd., s.f.).

Carbón térmico: “Es el carbón utilizado por las plantas de energía eléctrica y calderas industriales de vapor para producir electricidad.” (Drummond Ltd., s.f.)

Calidad del carbón: La calidad del carbón se mide con el análisis de algunas de sus propiedades tales como:

Contenido de humedad: Porcentaje de humedad alojada en su superficie o estructura.

Poder calorífico: Capacidad que tiene un material para generar energía.

Contenido de ceniza: Es el residuo inorgánico que queda después de quemar una muestra de carbón o coque, bajo condiciones estandarizadas de temperatura, tiempo, atmósfera y especificaciones de los equipos.

Contenido de azufre: Se considera un contaminante del proceso. Durante la combustión se convierte en SO₂ que si se emite al ambiente se mezcla con agua y produce H₂SO₄ o fenómeno de lluvia acida. (SGS Colombia S.A.S., 2016)

Más adelante se abordará de manera más detallada cada una de las propiedades mencionadas.

Calorímetro automático: Es un calorímetro que tiene microprocesador automático, que toma las lecturas termométricas y calcula el valor de calibración y el calor de combustión. (SGS Colombia S.A.S., 2016)

Carbones fácilmente oxidados: Carbones de bajo rango tales como carbones subbituminosos o ligníticos. (SGS, Preparación de muestras de carbón y coque para análisis – Norma ASTM, 2016)

Cargue directo: Es el proceso mediante el cual el mineral es embarcado en los buques del cliente, en el Puerto. A partir del 31 de marzo de 2014, Drummond Ltd. inició operaciones portuarias con el primer embarque de carbón a través del sistema de cargue directo, es decir, por medio de banda transportadora. Antes de esa fecha el proceso de cargue se hacía a través de barcasas. (Drummond Ltd., s.f.).

El muelle de cargue directo consta de una pasarela de acceso de 1525 metros y un área de muelle para atraque de 861 metros con capacidad para cuatro buques, esta área cuenta con una sistema de bandas transportadoras, cargadores de barco y una vía para acceso vehicular. (Drummond Ltd., 2014)

Certificación: Proceso para probar que productos, procesos, sistemas o servicios son conformes a estándares y reglamentos nacionales o internacionales, o bien estándares definidos por el cliente, a través de la certificación. (SGS S.A., s.f.)

Certificado: Un reporte especializado que se emite a un cliente para cumplir con los requerimientos de una carta de crédito, contrato u otros instrumentos legales, siempre se imprime en papel de seguridad de SGS. (SGS, Manual de Calidad de Laboratorio de Ensayos, 2016)

Clientes: En este caso se manejarán dos definiciones de cliente, de la siguiente manera:

Cliente directo: El cliente directo de SGS es Drummond Ltd, empresa con la que sostiene una relación comercial para llevar a cabo los servicios de administración de sistema de muestreo, análisis y certificación de calidad del carbón que exporta ésta empresa. Adicionalmente presta servicios de inspección de bodegas a los buques y determinación de peso de carga a bordo.

Cliente externo: Son los compradores del carbón de Drummond Ltd. El objetivo de la relación comercial entre Drummond Ltd. y SGS Colombia es brindar soporte a las operaciones de carga del cliente externo y, de esta manera, controlar la calidad de los embarques en el momento del cargue, con el fin de generar resultados certificables que sirvan de soporte para el pago la transacción.

Desviación (Error Sistemático): “Error que es consistentemente positivo ó consistentemente negativo; la media de los errores resultantes de una serie de observaciones no tiende a cero”. (SGS, Preparación de muestras de carbón y coque para análisis – Norma ASTM, 2016)

Ensayo: Determinación de una o más características de un objeto de evaluación de la conformidad, de acuerdo con un procedimiento. (SGS, Manual de Calidad de Laboratorio de Ensayos, 2016)

HGI (índice de Hardgrove): Se utiliza para determinar la capacidad, rendimiento y energía requerida en los procesos de molienda, así como definir el tamaño de partícula producido. Carbones con índice inferiores a 50, presentan dificultad en la molienda, debido a su dureza para su pulverización y trituración, lo que puede afectar una amplia variedad de procesos, incluyendo la combustión, licuefacción y gasificación en la producción de coque. (SGS Colombia S.A.S., 2016)

Inspección: Proceso de inspección independiente de confianza para garantizar que tanto las obligaciones legales como los altos estándares esperados se cumplan en todas las etapas. Este proceso tiene como objetivo ayudar a reducir riesgos, controlar la calidad y cantidad, y cumplir con todos los requisitos reglamentarios pertinentes en las distintas regiones y mercados, refiriéndose a la comprobación del estado y del peso de los productos comercializados en los transbordos. (SGS S.A., s.f.)

Laboratorio acreditado Mineral Services: Es el laboratorio que centraliza la actividad de Inspección, Muestreo, Análisis y Certificación de calidad y cantidad de minerales, con sede en Barranquilla desde el año 1956. Éste cuenta con equipos estandarizados, métodos validados y procedimientos alineados a normas internacionales que permite entregarle al cliente resultados reproducibles en cualquier otro laboratorio que valide la calidad del carbón.

Laboratorio de análisis rápidos: Laboratorio instalado dentro de las instalaciones de Puerto Drummond. Los análisis rápidos se llevan a cabo con el objetivo de brindar soporte a las operaciones de carga del cliente ya que le permite controlar la calidad de los embarques en el momento del cargue, obteniendo, de ésta forma, resultados de la calidad del carbón manejado en poco tiempo, en contraste con el tiempo que se necesita para obtener los resultados por los métodos normalizados, teniendo la claridad que los análisis rápidos no son considerados como certificables sino que dan un valor aproximado del contenido en porcentaje de cada análisis realizado. (SGS S.A., s.f.)

Límite de repetibilidad: El valor bajo el cual la diferencia absoluta entre dos resultados de análisis calculados en determinaciones de análisis consecutivas separadas, llevadas a cabo en la misma muestra, el mismo laboratorio, por el mismo operador, usando el mismo aparato en las muestras tomadas de manera aleatoria de una cantidad singular de material homogéneo, pueda darse con una probabilidad de aproximadamente el 95%. (SGS, Humedad en las muestras de análisis, 2016)

Límite de reproducibilidad: El valor bajo el cual la diferencia absoluta entre dos resultados de análisis llevados a cabo en diferentes laboratorios, usando muestras tomadas de manera aleatoria de una cantidad singular de material que es casi tan homogéneo como sea posible, puede darse con una probabilidad de aproximadamente el 95%. (SGS, Humedad en las muestras de análisis, 2016)

Muestreo: Es la herramienta para seleccionar la parte de la población cuya observación permitirá extender la información obtenida al conjunto de la población objetivo del estudio. Para que las conclusiones sobre la población sean adecuadas es necesario que la selección de las unidades se realice de tal manera que las unidades escogidas sean lo más representativa posible de la población total y, para esto, es fundamental planificar adecuadamente el método usado para la selección. (IESA-CSIC, 2009).

Muestra: Es un subconjunto de elementos de una población. Para extraer conclusiones válidas e imparciales referidas a todos los elementos de la población a partir de la observación de sólo unos pocos elementos, es necesario, que la muestra utilizada sea representativa de la población. (IESA-CSIC, 2009).

Muestra bruta: Muestra que representa un lote de carbón, compuesta de un cierto número de incrementos en el cual no se ha ejecutado ninguna operación de cuarteo o

reducción. (SGS, Preparación de muestras de carbón y coque para análisis – Norma ASTM, 2016)

Muestra cuarteada: Muestra que ha sido reducida en cantidad. (SGS, Preparación de muestras de carbón y coque para análisis – Norma ASTM, 2016)

Muestra de laboratorio: Muestra de tamaño no inferior al peso permisible establecido en la Tabla N° 1, entregada al laboratorio para su preparación y análisis. (SGS, Preparación de muestras de carbón y coque para análisis – Norma ASTM, 2016)

Muestra representativa: Muestra recolectada de manera que cada partícula en el lote muestreado está igualmente representada en la muestra bruta. (SGS, Preparación de muestras de carbón y coque para análisis – Norma ASTM, 2016)

Muestra testigo: Muestra final preparada de la misma muestra bruta original. (SGS, Preparación de muestras de carbón y coque para análisis – Norma ASTM, 2016)

Pérdida por secado al aire: La pérdida de peso, expresada como porcentaje, resultante de cada operación de secado al aire. (SGS, Preparación de muestras de carbón y coque para análisis – Norma ASTM, 2016)

Procedimiento: Es la forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso

Puerto Drummond: “Drummond tiene una concesión portuaria del gobierno colombiano, Puerto Drummond, un puerto marítimo en el mar Caribe, en Ciénaga, Magdalena. Este terminal marítimo fue diseñado para cargar barcos de todos los tamaños y opera como una instalación de alta capacidad de almacenamiento y carga. Su capacidad actual es de 32 millones de toneladas métricas por año”. (Drummond Ltd., s.f.).

A continuación se presenta el mapa del puerto:

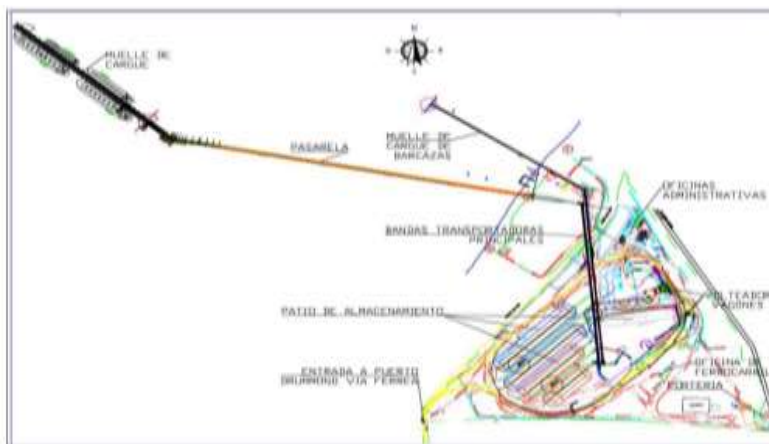


Figura 2-1 Mapa Puerto Drummond (Drummond Ltd., 2014)

Precisión: “Término usado para indicar la capacidad de una persona, instrumento ó método, para obtener los resultados repetibles; específicamente es una medida del error fortuito expresada como la varianza, el error estándar, ó un múltiplo del error estándar”. (SGS, Preparación de muestras de carbón y coque para análisis – Norma ASTM, 2016)

Secado al aire: Es el proceso de secado parcial del carbón, realizado para llevar la humedad de la muestra cerca al equilibrio con la humedad de la atmósfera del recinto en el cual se llevan a cabo la reducción y cuarteo de la misma. (SGS, Humedad en las muestras de análisis, 2016)

Unidad Térmica Británica (Btu): Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una libra de agua líquida en una atmosfera de presión en un grado Fahrenheit. (SGS Colombia S.A.S., 2016)

Verificación: Proceso que se lleva a cabo con el fin de garantizar que los productos y servicios cumplen con los estándares mundiales y las regulaciones locales. (SGS S.A., s.f.).

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Control de calidad de carbón

En este aparte se expondrán el análisis de los principales temas que se abordarán en el proyecto, en relación con la naturaleza del carbón, las características que denotan su calidad y los principales análisis desarrollados para su diagnóstico.

Técnicas de Análisis Químico:

Para abordar este tema, se expondrá el marco conceptual de la Química Analítica. Es la ciencia que desarrolla y mejora los métodos e instrumentos para obtener información de la composición y naturaleza química de la materia. El análisis químico es la parte práctica que aplica los métodos de análisis para obtener información de un material en especial. (Baeza, s.f.). El campo de aplicación de los análisis químicos es muy variado:

- En la Industria, el control de calidad.
- En el comercio, los laboratorios certificados aseguran las especificaciones de calidad.

- En el campo médico facilitan el diagnóstico de enfermedades.

En química analítica pueden diferenciarse áreas de acuerdo a la información que se desea obtener, de esta manera se encuentran::

- La química analítica cualitativa la cual se centra en identificar la presencia o ausencia del analito.
- La química analítica cuantitativa la cuál desarrolla métodos para determinar la concentración del analito, es decir la cantidad presente en la muestra. (Baeza, s.f.)

Métodos de Análisis Químico:

Tomando como referencia las anotaciones del autor Juan José Baeza, se relacionan los principales métodos de análisis químicos:

- *Métodos Clásicos*: Se basan en las propiedades químicas del analito; se destacan la gravimetría, volumetría y los métodos cualitativos.
- *Métodos Instrumentales*: Se basan en las propiedades fisicoquímicas del analito; se destacan los espectroscópicos y térmicos.
- *Métodos de Separación*: Se incluyen en este grupo los métodos cuya finalidad es la separación de compuestos para eliminar las interferencias y facilitar las medidas.
- *Métodos Gravimétricos de Análisis*: Los métodos gravimétricos son métodos cuantitativos que se basan en la determinación de la masa de un compuesto puro con el que el analito está relacionado químicamente. Las medidas de masa deben realizarse con balanzas de gran precisión.
- *Métodos Espectroquímicos*: Son métodos instrumentales que a través de medidas basadas en la luz y otras forma de radiación electromagnética permiten determinar concentraciones de elementos y/o compuestos. Se fundamentan en medir la cantidad de radiación que producen o absorben las especies de interés. (Baeza, s.f.)

Aspectos Prácticos del Análisis Químico:

A continuación se abordan aspectos relevantes sobre el análisis químico, con base en los lineamientos de SGS Colombia S.A.S. para el control de calidad el laboratorio.

Muestreo: El muestreo es una de las operaciones más importantes en un análisis químico. En los análisis sólo se utiliza una pequeña fracción de la muestra disponible, por lo cual las fracciones que se tomen para el análisis deben ser representativas de todo el material. En un proceso analítico es muy importante saber qué cantidad de muestra se debe tomar y como subdividirla para obtener una muestra de laboratorio.

La mayoría de los métodos analíticos no son absolutos y requieren que los resultados sean comparados con los obtenidos para materiales estándar de composición conocida con exactitud. En algunos métodos esto implica una comparación directa con estándares, para otros es necesario un procedimiento de calibración indirecto.

La obtención de una muestra representativa se garantiza con una distribución adecuada de incrementos, un número mínimo de incrementos y una cantidad mínima colectada. Estos factores se determinan estadísticamente de acuerdo al material en estudio y dependen de la heterogeneidad.

La muestra bruta es el conjunto de incrementos y debe ser representativa del total del lote en cuanto a composición y distribución del tamaño de las partículas.

Una solución homogénea de un gas o líquido puede ser muestreada con pocos incrementos (1-10), sin embargo un sólido formado por partículas (mineral de hierro, carbón, etc) indican la situación contraria ya que las piezas individuales del sólido difieren en composición.

Para obtener una muestra representativa se debe tomar un determinado número (N) de partículas, las cuales de acuerdo al material puede variar de unas cuantas hasta 1000000000000. La preparación de la muestra implica un ciclo de operaciones que comprenden triturar, mezclar, tamizar, dividir y algunas veces secar para reducir su peso. Durante cada división se retiene un peso de muestra que contiene el número de partículas que garanticen la homogeneidad.

Las operaciones de molienda y trituración tienden a modificar la composición de la muestra, de modo que el tamaño de las partículas no se debe reducir más allá de lo necesario para su homogeneidad. Son varios los factores que pueden producir cambios en la composición de las muestras:

- Pérdidas de compuestos volátiles por calor.
- Variación del contenido de humedad.

- Pérdida de partículas finas.

Es indispensable que los materiales sólidos se mezclen bien para garantizar una distribución aleatoria de los componentes en las muestras analíticas. Los materiales homogéneos triturados finamente pueden segregarse si se dejan inmóviles mucho tiempo.

Estandarización: Estandarizar es determinar la serie de pasos necesarios que se deben ejecutar durante el análisis químico para obtener resultados confiables; incluye los equipos a utilizar, la cantidad de muestra de análisis, las condiciones ambientales del laboratorio, los protocolos de verificación/calibración, los métodos, tiempos, etc. La estandarización se puede realizar bajo lineamientos normativos o mediante validación de métodos propios de cada laboratorio.

Calibración: Calibrar es llevar la respuesta del método de análisis utilizado a la entrega de resultados aceptados como verdaderos. Es la manera de garantizar la exactitud de los métodos analíticos. La calibración puede ser directa (comparación directa del analito o variable a medir con estándar) o indirecta. Durante el proceso de calibración se obtiene una curva de calibración. (SGS Colombia S.A.S., 2016).

El Carbón como Recurso:

De acuerdo con lo expuesto por el World Coal Institute, “el carbón es una de las fuentes de energía más importantes del mundo, con la que se produce casi el 40% de la electricidad mundial. En muchos países esta cifra es todavía mayor: Polonia obtiene el 94% de su electricidad gracias al carbón, Sudáfrica el 92%, China el 77% y Australia el 76%”. (World Coal Institute, 2005). El carbón ha sido la fuente de energía con mayor crecimiento en los últimos años; mayor que la del gas, petróleo, nuclear, hidroeléctricas y energía renovables.

El origen del carbón se da por los restos alterados de la vegetación prehistórica que se acumularon originalmente en pantanos y ciénagas y que posteriormente sufrieron modificaciones físicas y químicas debido a la acción de altas presiones y temperaturas.

La calidad de los depósitos de carbón se determina por la temperatura, presión y tiempo de formación. Inicialmente la turba se convierte en lignito, luego en carbón Sub-bituminoso, posteriormente en carbón bituminoso, hasta convertirse en antracita, el cuál es el estado más maduro.

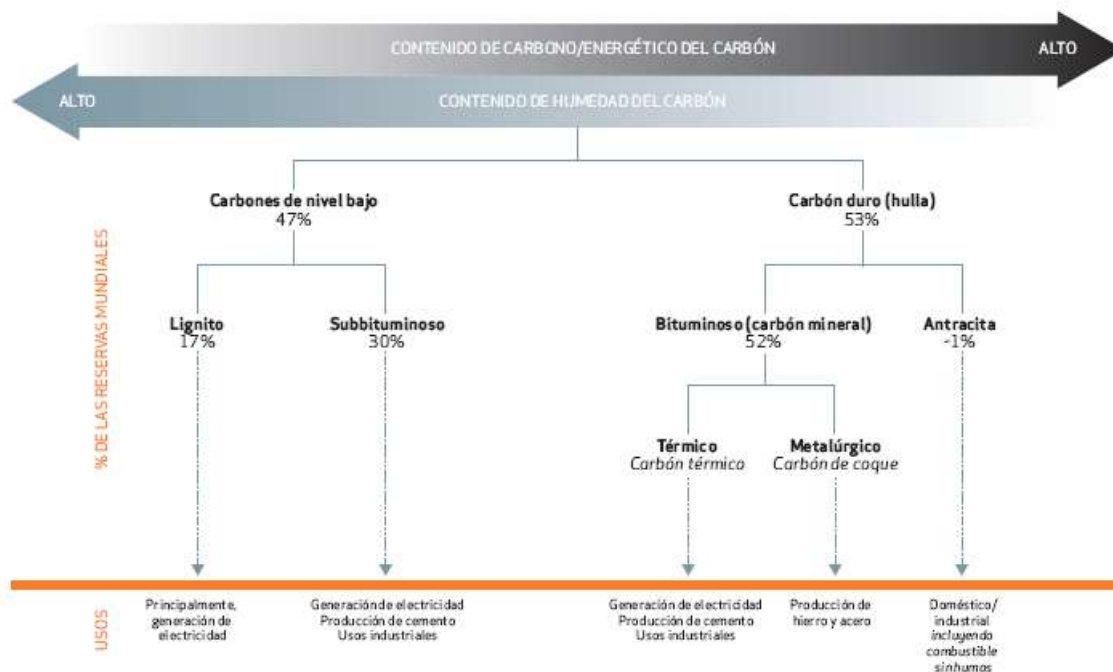


Figura 2-2 Tipos de Carbón (World Coal Institute, 2005)

Especificaciones de Calidad del Carbón:

Cada proceso productivo requiere que sus entradas cumplan con un mínimo de especificaciones para garantizar que los equipos utilizados durante el proceso de transformación puedan cumplir con el objetivo para el cual fueron diseñados. Las plantas de generación de electricidad requieren que el carbón alimentado a las calderas cumpla con ciertas especificaciones de calidad:

- **Poder Calorífico:** Indica la energía que puede entregar el carbón.
- **Cenizas:** Se considera un contaminante del proceso. Puede depositarse en el fondo de las calderas restándole eficiencia.
- **Agua:** Afecta directamente el poder calorífico; a mayor contenido de agua menor contenido de energía; tiene incidencia sobre la eficiencia de la pulverización del carbón. Es posible que se adicione al proceso para controlar la polución.
- **Azufre:** Se considera un contaminante del proceso; durante la combustión se convierte en SO_2 que si se emite al ambiente se mezcla con agua y produce H_2SO_4 o fenómeno de lluvia ácida.

- *Nitrógeno*: Se considera un contaminante del proceso; durante la combustión se convierte en NO_x que si se emite al ambiente se mezcla con agua y produce HNO_3 o fenómeno de lluvia acida. (SGS Colombia S.A.S., 2016)

Análisis de Muestras de Carbón - Humedad total:

Las muestras de laboratorio de materiales sólidos como el carbón, contienen agua en equilibrio con la atmosfera. En consecuencia, si no se toman precauciones, la composición de la muestra depende de la humedad relativa y la temperatura ambiental en el momento del análisis. En este sentido, se presentan las prácticas para hacer frente a esta variabilidad, con base en lo dispuesto en el procedimiento para análisis de determinación de humedad de SGS Colombia. La práctica habitual consiste en eliminar la humedad de las muestras sólidas antes de pesarlas, si esto no es posible, llevar el contenido de agua hasta un nivel reproducible.

El agua en los sólidos puede ser esencial (ligada químicamente) o No esencial (ligada físicamente). Para el caso del carbón el agua que determina su contenido de humedad puede ser adsorbida, absorbida y/o ocluida.

- Agua Adsorbida: Retenida en la superficie del sólido
- Agua Absorbida: Retenida como fase condensada en los capilares del sólido. Alcanza el 20% de la masa del sólido.
- Agua Ocluida: Agua líquida retenida en bolsas microscópicas en los cristales del sólido.

Cuando se necesita la composición del material tal y como se recibe, es necesario garantizar que el contenido de humedad no se altere como consecuencia de la trituration y tratamiento previo al análisis.

Existen varios métodos para determinar el agua en muestras sólidas; el más sencillo consiste en cuantificar la pérdida de masa después del calentamiento de la muestra (100-110°C). Este procedimiento puede generar errores sistemáticos si la muestra contiene compuestos volátiles o con contenidos altos de humedad absorbida. Los métodos modernos incluyen los métodos termogravimétricos, térmicos diferenciales y calorimetría de barrido diferencial. (SGS Colombia S.A.S., 2016)

Procedimientos para el control de calidad del carbón durante el cargue de buques:

A continuación se expone, a manera de procedimiento, el proceso de control de calidad durante el cargue de carbón de buques en Puerto Drummond, tomando como base los documentos estandarizados del sistema de control de calidad de SGS Colombia.

- El Sistema de Muestreo debe tener sus cortadores fijos a una frecuencia tal que cumpla con el número mínimo de incrementos exigidos por la norma ASTM D2234-10 y el número mínimo de cortes en el material fino o molino exigido por la norma ASTM D 2013-12. (SGS, Sistema de Muestreo Automatico en Puerto Drummond, 2012).
- Retirar la muestra entregada por el sistema de muestreo una vez finalice el purgue.
- Utilizar el rifle 70 XL para dividir la muestra en 4 sub-muestras de mínimo 4 kilogramos y máximo 5.5 kilogramos.
- Utilizando el rifle 70 XL, se dividen hasta aproximadamente 1000 gramos la muestra que se utilizará para realizar los análisis rápidos; el resto (aprox. 4000 gramos) se guardan como testigo de análisis rápidos. A partir de la submuestras de 1000 gramos y utilizando el rifle 15 FXL divide hasta aproximadamente 90-130 gramos; se utiliza esta porción para ejecutar los análisis rápidos. (SGS, Preparación de muestras brutas en Puerto Drummond, 2013)
- Se utiliza la muestra obtenida en el paso anterior, para la determinación de los análisis rápidos, el resto de la muestra debe empacarse y guardarse como muestra testigo en bolsa sellada y marcada debidamente.
- Los análisis rápidos comprenden la determinación de: Humedad total, Humedad residual o de análisis, Cenizas, Azufre y Poder calorífico; sin embargo llegado el caso los contenidos de Materia volátil y Poder calorífico bruto se pueden establecer, mediante ecuaciones de correlación desarrolladas a partir de los resultados para estos parámetros obtenidos según los métodos normalizados, para cada tipo o procedencia de carbón, ó pueden realizarse normalmente utilizando los métodos aplicables en el laboratorio.
- Este procedimiento requiere de condiciones específicas de temperatura ($22^{\circ}\text{C} \pm 6^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa ($50\% \pm 20\%$). Sin embargo los problemas asociados a la pérdida o ganancia de humedad en las muestras de ensayos, se evitan o se corrigen, cuando la muestra se seca al aire y se equilibran al ambiente, antes de la pulverización, para análisis. (SGS Colombia S.A.S., 2016)

- El supervisor de Operaciones revisa los datos registrados por el analista en la hoja electrónica y reporta los resultados de los análisis rápidos de las muestras de carbón al Senior de Operaciones de Drummond LTD. Este proceso se realiza mediante comunicación telefónica una vez el análisis ha finalizado, basándose en los cálculos efectuados, también reporta el estado actual del matemático del buque.
- El reporte de los resultados de los análisis rápidos se efectúa de la siguiente manera:
 1. Reporte Físico y electrónico en formato PDF seguro al Senior de Operaciones de Drummond y Asistente Superintendente de Patio a las 5 AM y 5 PM.
 2. Reporte Electrónico enviado a la lista de distribución autorizada por el Superintendente de Producción de Drummond a las 3 AM y 2 PM.
 3. Reporte al Sitio <http://ftp.drummondco.com>, una vez se tiene los resultados de los análisis por lote. (SGS, Instrucción para reportar resultados de análisis rápidos, 2014).
- El Supervisor de Operaciones del Proyecto Drummond en su calidad de encargado, debe programar el envío de muestras hacia la Sede de Barranquilla.
- Diligenciar la Cadena de Custodia de Recepción, Preparación y Envío de muestras y Servicios solicitados a Laboratorio.
- Informar por correo electrónico al Personal que participa en el proceso (Sala de preparación, Laboratorio Barranquilla, Asistente Operativa Drummond, Supervisores de Puerto Drummond), que el corte saldrá de las instalaciones del Puerto a la hora señalada. “Se debe adjuntar el registro de Cadena de custodia indicado en el punto anterior”. (SGS, Envío de corte de Puerto Drummond a la sede de Barranquilla, 2014)
- Una vez entregada la muestra en Barranquilla, se procederá a registrar la muestra en QMinerals, una vez ingresado al aplicativo se escoge de la lista desplegable el centro de costo al que pertenece la muestra, se dará clic en registro de muestra y se digitará la orden de ensayo asignada para la muestra.
- La muestra debe ser reducida y pulverizada producto de la preparación final de muestras según procedimiento “Preparación de muestras de carbón para análisis- Norma ASTM” luego de la determinación del ADL y pulverización a -60 mallas para análisis según ASTM ó a -80 mallas para análisis según ISO, preparadas según “Preparación de muestras brutas y para análisis según ISO”. (SGS Colombia S.A.S., 2016)

- Después de ello las muestras son llevadas al laboratorio para realizar los análisis próximo “según la Norma ASTM es aquel que comprende las determinaciones de: humedad en la muestra de análisis, contenido de cenizas, contenido de materia volátil y contenido de carbón fijo como diferencia. Sin embargo y mientras no se especifique lo contrario dentro de SGS se entenderá que un análisis próximo comprende además la determinación del contenido de azufre total y del poder calorífico bruto.” (SGS, Análisis Próximos en Carbón y Coque, 2016)
- El Analista II ó Analista I del laboratorio de Barranquilla, reporta al Supervisor de Operaciones en Puerto Drummond los resultados de los análisis próximos de las muestras de carbón. Este proceso se realiza mediante correo electrónico, en un rango de tiempo que comprende entre 24-48 hrs horas después de recibidas las muestras en Barranquilla.
- El Supervisor de Operaciones de registra los datos en la hoja electrónica “Análisis Certificables en Lotes-Puerto Drummond”
- En un período acordado con el cliente, entre 4 y 6 días, se debe emitir el certificado de calidad, en los cuales se certifica la forma (Norma o procedimiento aplicado) en que se efectuó la extracción, manejo y/o disposición de muestras de un consignamiento, como también se certifica la calidad establecida por SGS para un producto inspeccionado o sobre las muestras recibidas. (SGS, Elaboración de certificados, reportes de análisis y/o de muestreo; manejo, control y envío, 2016)

2.2.2 Estudios de viabilidad técnico – económico

¿**Qué es un proyecto?** “Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad humana”. (Baca Urbina, 2010).

¿**Qué es un proyecto de inversión?** “El proyecto de inversión es un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, producirá un bien o un servicio, útil al ser humano o a la sociedad”. (Baca Urbina, 2010).

La evaluación de un proyecto de inversión busca determinar su viabilidad desde los puntos de vista operativo, financiero, social, legal, ambiental, entre otros que se consideren según las particularidades del mismo.

Muchos autores han propuesto metodologías y modelos que conducen al logro de dicha finalidad, siendo mayoritarios los aspectos comunes en sus planteamientos. En este orden de ideas, para establecer una guía que permita la elaboración de los estudios correspondientes en el marco de una estructura coherente y documentada, se tomarán como base los preceptos y aportes del autor Gabriel Baca Urbina, en su libro *Evaluación de Proyectos*.

“Para tomar una decisión sobre un proyecto es necesario someterlo al análisis multidisciplinario”. (Baca Urbina, 2010). En efecto, en este numeral se presentará la estructura a seguir en la elaboración del estudio, la cual se resume en el siguiente esquema:



Figura 2-3 Estructura general de la evaluación de proyectos (Baca Urbina, 2010)

2.2.2.1. Estudio de mercado

Se refiere a la primera parte de la investigación formal del estudio. Consta de la determinación y cuantificación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización. En el caso del proyecto a implementar, ese paso será abordado de nivel general y a manera informativa ya que la demanda la está dada. En este caso, SGS

Colombia opera en función de un cliente, Drummond Ltd., en virtud de un contrato vigente que garantiza los ingresos del proyecto.

2.2.2.2. Estudio técnico Operativo

Esta etapa puede dividirse a su vez en cuatro partes, que son: determinación del tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización óptima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal. Si bien, no todos los proyectos son iguales, cada una de las partes que se describirán a continuación puede ser adecuada dependiendo de las características propias del proyecto a desarrollar.

- La determinación de un tamaño óptimo del proyecto.

La determinación del tamaño óptimo será en función de variables como la magnitud de la producción, el tamaño de los turnos a trabajar, los tiempos de respuesta esperados, entre otros, y elaborar una serie de supuestos ya que no existe una metodología que indique de manera precisa el cálculo del tamaño ideal.

- La determinación de la localización óptima del proyecto.

Para la determinación de la localización del proyecto es necesario tomar en cuenta factores cuantitativos, como los costos de transporte de materiales y recursos y factores cualitativos, tales como apoyos fiscales, el clima, la actitud de la comunidad, y otros (Baca Urbina, 2010). En este caso, la ubicación del proyecto está previamente definida dada la naturaleza del servicio y la relación contractual que existe entre Drummond Ltd. y SGS Colombia.

- La ingeniería del proyecto.

Seguidamente se analizarán los métodos de operación del proyecto, es decir, la forma en la que se llevarán a cabo las actividades del día a día para lograr los objetivos trazados. En esta misma parte se contemplan estudios como el análisis y la selección de los equipos necesarios, dada la tecnología a implementar, la distribución de tales equipos en el área física, así como la propuesta de la distribución general, en la que se calculan todas y cada una de las áreas que formarán la empresa.

- Estudios de factibilidad son el organizativo, el administrativo y el legal.

Como complemento a lo anterior, es totalmente necesario realizar un estudio sobre la estructura administrativa y organizacional del proyecto en evaluación, ya que este es uno de los aspectos que más genera costos para las empresas. Inicialmente, se debe hacer un plan selección de personal adecuado a los estándares de la compañía, elaborar un manual de procedimientos y un desglose de funciones y, en general, un compendio de las principales condiciones a ser tenidas en cuenta en la operación de la empresa.

2.2.2.3. Estudio económico financiero

Esta etapa tiene como objetivo organizar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica.

Comienza con la determinación de los costos totales y de la inversión inicial a partir de los estudios de ingeniería, ya que estos costos dependen de la tecnología seleccionada. Uno de sus componentes importantes es el cálculo del capital de trabajo.

2.2.2.4. Evaluación económica

Luego, se continúa con la evaluación económica describe los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la tasa interna de rendimiento (TIR) y el valor presente neto (VPN). Esta parte es muy importante, pues es la que al final permite decidir la implantación del proyecto. Normalmente no se encuentran problemas en relación con el mercado o la tecnología disponible que se empleará en la fabricación del producto; por tanto, la decisión de inversión casi siempre recae en la evaluación económica.

Valor Presente Neto -VPN: Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Esto equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para producir esas ganancias, en términos de su valor equivalente en este momento o tiempo cero. (Baca Urbina, 2010)

Tasa Interna de Retorno - TIR: Es la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. (Baca Urbina, 2010)

2.2.2.5. Decisión sobre el proyecto

Por último, se debe emitir un juicio sobre la viabilidad o no de invertir en el proyecto, con base en los resultados de cada una de las etapas anteriores. Es de aclarar que, en este punto, cada evaluador imprime un componente subjetivo a las conclusiones y recomendaciones del caso, analizando el panorama general de la empresa.

En el estudio que se realiza se aplicarán las etapas para la consideradas por el autor Gabriel Baca Urbina, en su libro Evaluación de Proyectos, aterrizándolas a las particularidades del proyecto en referencia. Tal como se ha indicado en el numeral 2.2.2, dadas las limitaciones y alcance del proyecto, el resultado de algunas etapas se entiende por suministrado, como datos fijos que no pueden ser modificados, por tanto, no se hará mayor énfasis en su análisis. Tal es el caso de:

- Estudio de mercado
- Determinación de un tamaño óptimo del proyecto.
- Determinación de la localización óptima del proyecto.

Por otra parte, se aclara que la tecnología a evaluar en el componente técnico del proyecto corresponde a la que se implementa actualmente en el laboratorio certificado ubicado en la ciudad de Barranquilla, Atlántico, al cual son enviadas las muestras de material tomadas de cada cargue, el cual obedece a los requerimientos exigidos por la ONAC y otros particulares que siguen las políticas internas de la empresa SGS Colombia.

2.3 MARCO ESPACIAL

El proyecto se desarrollará en el Puerto de exportación de la empresa minera Drummond Ltd., ubicado en jurisdicción del Municipio de Ciénaga Magdalena. Según la información encontrada en la página oficial del Municipio, tiene cerca de 100.000 habitantes, se encuentra a una altitud de 3 m y la temperatura tiene un promedio de 28 °C. Asimismo, se

encuentra a una distancia de 35 Km de la ciudad de Santa Marta y 72 Km de la ciudad de Barranquilla, cercanía que favorece la ubicación de nuevos proyectos en su área, dada la disponibilidad y facilidad de acceso a materias primas de distinta naturaleza y personal calificado. De igual manera, al ser un municipio bañado por el mar Caribe casi en toda su extensión, se convierte en un lugar altamente atractivo para el desarrollo de industria, especialmente relacionada con las operaciones portuarias.

Actualmente, la empresa Drummond tiene una concesión portuaria otorgada por el gobierno colombiano, *Puerto Drummond*. “Este terminal marítimo fue diseñado para cargar barcos de todos los tamaños y opera como una instalación de alta capacidad de almacenamiento y carga. Su capacidad actual es de 32 millones de toneladas métricas por año.” (Drummond Ltd., s.f.).

La presencia de esta importante empresa minera en el Municipio ha contribuido mucho a la dinamización de su economía, convirtiéndose en un importante motor de empleo, oportunidades de desarrollo para los Cienagueros y grandes aportes en campañas de responsabilidad social en el Municipio. Además de lo anterior, al ser un gran contribuyente en materia tributaria, su presencia favorece el crecimiento y desarrollo del municipio en todos los sentidos.

2.4 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

Hasta el momento, se han abordado temas previos, que dan idea de la motivación de los autores a la hora de emprender este proyecto, y el marco de referencia que brinda las bases conceptuales, teóricos y/o científicas para la comprensión de la problemática identificada, el desarrollo de la solución planteada y la posterior interpretación de resultados y conclusiones generadas. El capítulo siguiente dará inicio al desarrollo del proyecto, abordando, en su debido orden, las etapas y actividades incluidas en la metodología esbozada en el capítulo anterior.

En esta medida, se arrancará con un análisis de la operación actual de la empresa SGS Colombia en relación con su condición de entidad certificadora del carbón exportado por la empresa Drummond Limited en su puerto de cargue en Ciénaga, Magdalena. Luego, de manera subsiguiente, se hará una revisión y verificación de las condiciones de la relación

contractual entre las empresas mencionadas, con el fin de enmarcar la particularidades del servicio prestado y estándares de calidad ofrecidos.

Teniendo claro lo anterior, se estudiará, desde un punto de vista técnico y operativo, el compendio de requerimientos que debe cumplir un laboratorio certificado por la ONAC para la emisión de resultados certificables sobre la calidad del carbón y su actual cumplimiento, con el fin de determinar, posteriormente, la infraestructura, equipos, organización y, en general, condiciones de operación del laboratorio que se buscar constituir.

CAPÍTULO 3

ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA - OPERATIVA Y ECONÓMICA

CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA - OPERATIVA Y ECONÓMICA

El presente capítulo contempla el desarrollo de cada una de las etapas planteadas en la metodología del proyecto. Se dará inicio con la contextualización de la posición actual de la empresa, ya que es importante entender el actuar de las empresas involucradas Drummond Ltd. y SGS Colombia S.A.S, exponiendo la base de la relación comercial existente entre ellas, las condiciones de la misma, estándares de servicio y su sustento técnico y jurídico.

Seguidamente, se analizará de manera detallada el aspecto técnico operativo implícito en la acreditación del laboratorio en las instalaciones del Puerto de Drummond Ltd., operado por SGS Colombia S.A.S. En dicho apartado se presentarán los estudios referentes a requerimientos técnicos de obligatorio cumplimiento para la acreditación definidos en la Norma ISO 17025 de 2005 que establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, requisitos de funcionamiento de la empresa SGS a nivel global y, con base en ello, determinación de estructura organizacional, administrativa, operativa y técnica para la implementación del laboratorio que se pretende.

Como complemento a lo anterior, se desarrollará el estudio económico – financiero, con el objetivo de cuantificar las inversiones, costos y gastos asociados al proyecto y, con base en ello, evaluar la viabilidad del negocio y generar las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

3.1 ETAPA 1. CONTEXTUALIZACIÓN

3.1.1 Verificación de condiciones contractuales entre SGS Colombia S.A.S. y Drummond Ltd.

La relación comercial existente entre las empresas Drummond Ltd., en su calidad de contratante, y SGS Colombia S.A.S., como contratista, data del año 1985. Sin embargo, el contrato se renueva cada 4 años. La última actualización fue suscrita en el año 2016. Su objeto es realizar el muestreo y proveer los servicios de análisis de calidad del carbón mineral provisto por el contratante desde las minas Pribbenow y El Descanso, que conforman el proyecto de minero La Loma, ubicado en el departamento del Cesar, en Colombia. Este

material es cargado y transportado por vía férrea desde el proyecto minero hasta el Municipio de Ciénaga, en donde se ubica Puerto Drummond, que cuenta con la infraestructura necesaria para el cargue de buques y exportación del carbón con destino a los clientes finales del mineral.

En virtud del acuerdo existente, el contratista se obliga a prestar los servicios mencionados en las instalaciones del Puerto, a través de un sistema mecánico de toma de muestras según el ritmo de la operación, en casos de requerimientos especiales de muestreo y análisis en sitio y en atención otros requerimientos puntuales según la necesidad del contratante.

3.1.1.1 Obligaciones actuales de SGS Colombia S.A.S. (Contratista):

Atendiendo las cláusulas que hacen parte del contrato suscrito, se extraen y presentan las obligaciones puntuales que tiene actualmente el contratista en cuanto a la prestación de los servicios que le corresponden. La fuente de la información que se expondrá es el documento contractual compartido por la empresa SGS Colombia S.A.S., el cual no puede ser reproducido ni publicado por políticas de confidencialidad de la empresa.

Obligaciones generales:

- El contratista será responsable de la calidad, profesionalismo y exactitud técnica en la realización de todos los trabajos incluidos dentro del alcance del contrato. En caso de presentarse algún error o incongruencia, el contratista está obligado a hacer las revisiones requeridas sin compensación adicional.
- El contratista deberá asistir a Drummond Ltd. ante cualquier reclamo que se derive del trabajo por él realizado o sea resultado de sus errores, omisiones o negligencia sin compensación adicional.
- Drummond Ltd. se reserva el derecho de inspeccionar el trabajo del contratista en cualquier momento. Dichas revisiones se realizarán en virtud de las directrices emitidas por el supervisor de contrato delegado por la empresa contratante.

- El contratista será responsable por la disposición y cumplimiento de técnicas, procedimientos y precauciones que garanticen la seguridad en la ejecución de las actividades asignadas a las que se obliga.
- El contratista deberá preparar y mantener actualizados los registros de las actividades, asimismo, deberá mantener informado al contratante sobre el progreso en los trabajos y responder, por escrito, a los requerimientos de información recibidos por parte del contratante.
- El contratista deberá cumplir con todas las leyes, ordenanzas, decretos, acuerdos, órdenes jurídicas y demás actos administrativos aplicables a su labor.
- El contratista deberá asumir el costo de regalías, licencias, impuestos o tasas que sean requeridos dentro del marco de su operación.
- El contratista será responsable ante el contratante por cualquier error, omisión o negligencia de alguno de sus empleados o personal asociado a entidades con las que el contratista tenga cualquier tipo de vínculo.
- El contratista deberá gestionar de manera adecuada la disposición de sus inventarios, materiales y equipos, de manera que no se encuentren acumulaciones de éstos en áreas que no sean las destinadas para dicho fin.

Sobre la actividad en el Puerto:

Como ya se ha especificado, Puerto Drummond está ubicado sobre el mar Caribe, en el Municipio de Ciénaga, a pocos kilómetros de la ciudad de Santa Marta. En el Puerto se realizan las labores de descargue de los trenes provenientes de La Loma. Los vagones de cada tren son descargados mediante un sistema de volcado rotativo, transportado y dispuesto en pilas de acuerdo con las calidades del carbón.

▪ Operación de Muestreo.

El contratista debe operar de manera continua el sistema de muestreo en el Puerto durante las 24 horas del día, los 7 días de la semana y es responsable por el desarrollo de las inspecciones pre y post operativas requeridas por el contratante. Los resultados de las inspecciones por cada cargue de buque deben ser reportados al supervisor delegado por el

contratante. Los datos y reportes del sistema de muestreo deben estar disponibles 24/7 en una base de datos accesible para el personal autorizado por el contratante.

El contratista debe mantener estricta vigilancia durante las actividades del sistema de muestreo y está en la obligación de informar al contratante sobre cualquier interrupción en la operación o afectación en los procesos de recolección de muestras. El registro de estas interrupciones debe estar disponible 24/7 en la base de datos accesible para el personal autorizado por el contratante.

- Preparación de Muestras.

El contratista debe recolectar una muestra final por cada cargue y será responsable por ajustar los intervalos primarios y secundarios de toma muestras, acorde con lo establecido por la norma ASTM 7430D.

En todo caso, los procedimientos aplicados por el contratista para la operación del muestreo y recolección de la muestra final deben estar ajustados a los procedimientos ASTM aplicables. Asimismo, éstos no deben comprometer la habilidad del contratista al proveer los certificados de calidad, sin importar los métodos para el cargue de buques seleccionados por el contratante.

- Personal.

El contratista proveerá un supervisor idóneo en sitio y un staff apropiado para operar el sistema de muestreo. El supervisor designado debe contar con un mínimo de 24 meses de experiencia trabajando con sistemas de muestreo mecánicos y su hoja de vida debe ser aprobada por el contratante.

Por su parte, el staff de trabajo estará conformado por, aproximadamente, 20 trabajadores calificados disponibles de manera exclusiva para este contrato. Las competencias mínimas exigidas para cada trabajador deben ser aceptados por el contratante.

El entrenamiento técnico de los trabajadores de ser provisto por SGS North America, Inc. Technical Service Group para asegurar la total conformidad con los estándares ASTM. Asimismo, será responsabilidad de SGS North America, Inc. Technical Service Group elaborar procedimientos documentados para cubrir todos los aspectos de la operación de muestreo, incluyendo: mantenimiento, preparación de muestras, análisis rápidos y reportes a las instalaciones de Puerto. De igual manera, éste grupo monitoreará las operaciones del staff

en este proyecto con el fin de asegurar que los procedimientos sean entendidos y aplicados apropiadamente.

- Equipo suministrado por el contratante.

Drummond Ltd. dispondrá de un triturador Holmes 401 XL y un pulverizador Holmes 501 XL para el uso exclusivo del contratista. Este último tendrá la responsabilidad del uso y mantenimiento en buenas condiciones de los equipos y, al finalizar el contrato, éstos serán devueltos al contratante en la misma condición en la que fueron recibidos.

- Instalaciones del laboratorio en el Puerto.

El contratante proveerá de manera permanente la infraestructura requerida para las oficinas y laboratorio del contratista. El equipamiento de dichos espacios será asumido por el contratista.

- Análisis.

Un *análisis rápido* será cargado en la base de datos dispuesta para la consulta, la cual es accesible para personal autorizado, dentro de la hora posterior al cargue total del buque. Los *análisis rápidos* incluyen pruebas de humedad total, ceniza, azufre y poder calorífico. Estos resultados son necesario para el control de calidad del cargue de buques.

Los métodos para este tipo de análisis deben ser consistentes y ser estadísticamente equivalentes a los estándares ASTM.

Mantenimiento del sistema de muestreo:

- Mantenimiento preventivo.

El contratista debe desarrollar e implementar programas de mantenimiento, preventivo con base en los procedimientos documentados, para la inspección y lubricación de los equipos. Debe existir un archivo con todos los registros de cada mantenimiento realizado, en el que se especifique la periodicidad de su ejecución, previamente aceptada por el contratante, toda vez que el contratista debe mantener el sistema de muestreo en óptimas condiciones todo el tiempo.

- Mantenimiento rutinario.

El contratista será responsable de las actividades rutinarias de limpieza para prevenir acumulaciones de carbón y polvo sobre los equipos. Asimismo, el contratista deberá mantener los chutes de descarga y tolvas lo suficientemente limpias para facilitar el flujo continuo de carbón y prevenir paradas que, de alguna manera, puedan afectar los resultados de calidad.

- Mantenimiento responsabilidad del contratante.

El contratante será responsable por las reparaciones eléctricas, trabajos de soldadura y cambio de piezas pesadas que requieran levantamiento por medios mecánicos e hidráulicos, como motores eléctricos, engranajes e impulsores, acoplamientos, arrancadores, correas y otros componentes mayores. En todo caso, el contratista deberá disponer de personal para apoyar al contratante en esta labor.

Muestreo de emergencia:

En el evento que el sistema de muestreo mecánico presente fallas y un buque deba ser cargado, el contratista deberá tomar la muestra del carbón aplicando otros métodos, siempre y cuando estos sean aprobados previamente por el supervisor delegado por el contratante. Es responsabilidad del contratista validar que los métodos dispuestos se ajusten a los estándares ASTM.

El muestreo de emergencia debe guardar el mismo ritmo que el muestreo mecánico, en \$/ton. El contratante podrá permitir personal adicional, mediante autorización escrita, para mantener la rata de cargue.

Muestreo especial:

Debida a eventos imprevistos u otros requerimientos, el contratante requerirá al contratista la toma de muestras especiales en el Puerto o en las demás sedes de la empresa. En estos casos, el contratista asumirá el transporte, seguridad, personal calificado y equipos necesarios para realizar la labor y realizará los análisis solicitados en un tiempo razonable, acordado previamente con el contratante.

En ocasiones, el contratante requerirá al contratista preparar, empacar y enviar muestras a clientes o posibles clientes. Los costos de esta actividad serán registrados y asumidos por el contratante.

Laboratorio:

El contratista deberá mantener, manejar y operar un laboratorio en los alrededores del Puerto, más específicamente entre Barranquilla y Santa Marta. Dicho laboratorio debe estar en operación al momento de la entrada en vigencia del contrato suscrito. Los equipos, estándares de operación y procedimientos internos de control de calidad usados en el laboratorio deben estar ajustados a las normas ASTM y haber sido aprobados por el contratante.

Adicionalmente, este laboratorio deberá estar certificado bajo la norma ISO 9000 para todos los tipos de análisis contratados. El contratista deberá mantener equipos y personal para atender, por lo menos, los siguientes tipos de análisis: Humedad en base seca, humedad residual, ceniza libre de humedad, azufre libre de humedad, materia volátil libre de humedad, poder calorífico libre de humedad, HGI (índice de Hardgrove), fusiones de ceniza, análisis de minerales de ceniza y análisis últimos.

El laboratorio deberá ser operado en por personal competente y entrenado, en 24/7, los 365 días del año si es necesario.

El contratante programara auditorías periódicas a las actividades realizadas bajo las exigencias del contrato. Al final de cada auditoría se emitirá un informe escrito en el que se documenten todas las deficiencias encontradas y las recomendaciones para subsanarlas. En estos casos, SGS Colombia S.A.S. corregirá las inconformidades encontradas, de manera que no se repitan en próximas auditorias.

Subcontratación:

A menos que sea expresamente autorizado por el contratante, el contratista no podrá subcontratar ninguna actividad contemplada en el contrato, toda vez que el contratista debe estar en la capacidad de ejecutar todas las labores dispuestas.

3.1.2 Anotaciones sobre la situación actual de la operación de la empresa

Las afirmaciones expuestas en el anterior numeral dan idea de la esencia de la relación contractual entre Drummond Ltd. y SGS Colombia S.A.S. y de las obligaciones inherentes al mismo por parte del contratista.

El importante resaltar, que el contrato data del año 2011, época en la que la operación de cargue de buques se llevaba a cabo mediante barcazas, las cuales llevaban el carbón mar adentro y se acoderaban al buque para cargarlo por medio de las grúas acondicionadas con cucharas. Sin embargo, como se mencionó en el capítulo 1, una vez emitida la resolución 001 del 8 de enero de 2015, expedida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, se determinó que Drummond Ltd. debía cambiar al mecanismo de cargue directo, es decir, por intermedio de banda transportadora.

Este cambio en la normatividad afectó en gran medida la operación portuaria en el puerto de Drummond, toda vez que fue necesario adecuar la infraestructura para adaptar sus procedimientos al cargue directo de buques por medio de bandas transportadoras. En virtud de lo anterior, los ritmos de cargue se agilizan y, por tanto, aumentan los requerimientos de muestreo.

Si bien, el contrato se estructuró con base en el anterior tipo de cargue, deja la ventana abierta a cualquier cambio, exhortando que el SGS Colombia S.A.S. debe tener la capacidad de continuar con sus operaciones en virtud del objeto contractual “sin importar los métodos para el cargue de buques seleccionados por el contratante”.

En adición a lo anterior, el contrato suscrito avala la existencia de contratos simultáneos con objeto igual o similar, pactados con diferentes contratistas asignando a cada uno de ellos una porción del trabajo, incluso pudiendo coexistir dentro de las mismas instalaciones. Actualmente, SGS Colombia S.A.S. es el único contratista responsable del muestreo y análisis de calidad del carbón exportado desde Puerto Drummond, sin embargo, en cualquier momento Drummond Ltd. Puede adjudicar parte de la operación a otro contratista que le ofrezca mejores condiciones.

En este orden de ideas, es deber de SGS Colombia acoplarse de la mejor manera al nuevo accionar de su contratante, Drummond Ltd., sin bajar la calidad, oportunidad y eficiencia del servicio prestado, en aras de mantener en buenos términos la satisfacción del cliente y garantizar la continuidad la relación contractual existente con la minera.

3.1.2.2 Servicio ofrecidos en la actualidad

El Laboratorio ubicado en Puerto Drummond actualmente está en la capacidad de realizar únicamente *análisis rápidos*, cuyo objetivo es obtener resultados de la calidad del carbón manejado en poco tiempo, en contraste con los de al menos dos días que se necesitan para obtenerlos por los métodos normalizados, de esta manera, permite controlar la calidad de los embarques en el momento del cargue o de antemano realizando los análisis sobre muestras provenientes de pilas almacenadas, trenes a la descarga, etc. (SGS Colombia S.A.S., 2016). Es importante recalcar que estos análisis son análisis no normalizados, no son considerados como certificables sino que dan un valor aproximado del contenido en porcentaje de cada análisis realizado. Los *análisis rápidos* comprenden la determinación de: Humedad total, Humedad residual o de análisis, Cenizas, Azufre y Poder calorífico. Este tipo de resultado es muy útil en el monitoreo de actividades con flujo continuo.

Se pueden establecer mediante ecuaciones de correlación desarrolladas a partir de los resultados para estos parámetros obtenidos según los métodos normalizados, para cada tipo o procedencia de carbón, o pueden realizarse normalmente utilizando métodos aplicables en el laboratorio.

El objeto del proyecto propuesto se encamina a la inclusión de análisis certificables *próximos cortos* dentro del alcance del laboratorio constituido en Puerto Drummond. Si bien, estos son contemplados como parte del contrato entre Drummond y SGS Colombia, actualmente son realizados en el laboratorio de Mineral Services en Barranquilla.

3.1.3 Revisión cumplimiento de tiempos de entrega de resultados

El tiempo de respuesta de SGS Colombia en lo que respecta a la emisión de reportes certificables sobre la calidad del carbón exportado por Drummond es una de las variables que más pesa a la hora de evaluar el servicio, ya que éstos son documentos fundamentales que aseguran al cliente la compra del mineral con las características esperadas. En muchos casos, el cierre de la transacción comercial entre Drummond y sus compradores depende de la disponibilidad de los resultados, de ahí que la generación estos dentro de los tiempos esperados, siendo el soporte necesario para que la empresa minera reciba el pago por el mineral vendido.

No obstante lo anterior, no siempre se logra cumplir con los tiempos de entrega esperados, ya que existen numerosas variables que inciden en la agilidad del proceso. Una de ellas, como se ha descrito a lo largo del documento, es la falta de acreditación del laboratorio in situ, lo que hace necesario el traslado de muestras al laboratorio de la ciudad de Barranquilla, que sí cuenta con la estructura para la implementación de métodos normalizados para emitir resultados certificables.

Durante el año 2016, el cumplimiento de tiempos en la entrega de reportes certificables *próximos cortos* y certificados de calidad mes a mes estuvo por debajo de la meta, establecida en un 98%, como se muestra en la tabla 3-1 y posterior gráfica.

Tabla 3-1 Cumplimiento tiempos de entrega. Elaboración propia con base en datos suministrados por SGS.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
% Cumplimiento promedio en entrega de resultados Próximos Cortos Año 2016	75%	73%	77%	86%	80%	78%	82%	75%	80%	74%	86%	88%
% Cumplimiento promedio en entrega de Certificados de Calidad Año 2016	72%	70%	82%	81%	82%	80%	83%	79%	81%	79%	85%	90%
Meta	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%

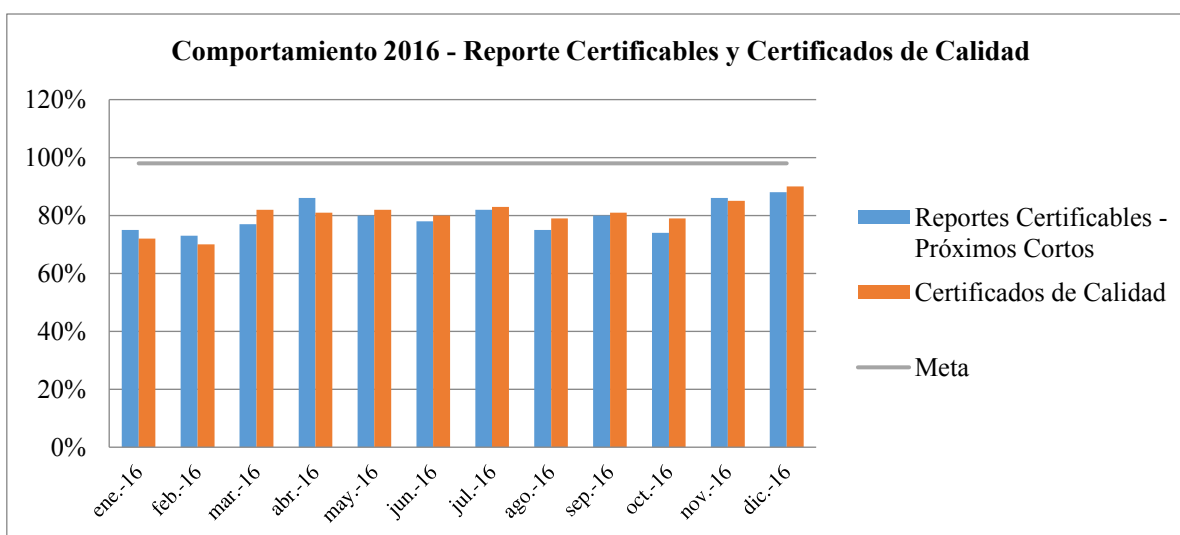


Figura 3-1 Cumplimiento tiempos de entrega. Elaboración propia.

Entiéndase por porcentaje de cumplimiento: Cantidad de resultados de calidad entregados antes del cuarto día a partir de la recolección de la muestra / Cantidad de resultados de calidad emitidos.

A partir de los datos se evidencia que el cumplimiento en la entrega de los resultados de análisis *próximos cortos* estuvo por debajo de la meta establecida durante todos los meses del año analizado. Estos resultados han encendido las alarmas de la empresa SGS Colombia, quien en aras de mejorar sus indicadores de cumplimiento, está en busca de alternativas que le permitan aumentar su rendimiento y, por ende, la satisfacción del cliente. Ahora bien, el cliente directo de SGS Colombia S.A.S. es Drummond Ltd., no obstante, el incumplimiento en tiempos de entrega de resultados y certificados tiene incidencia también en las operaciones de los clientes de ésta empresa, que son quienes, a la final, utilizarán el carbón adquirido, por ende, requieren que se les avale la calidad del mismo.

Por último, se recalca que el enfoque de este proyecto va dirigido al planteamiento de una alternativa que disminuya los tiempos de respuesta, que le permitan a SGS Colombia, como empresa competitiva, mantenerse a la par de las exigencias actuales de Drummond Ltd., mediante la realización de ensayos y emisión de resultados con mayor agilidad, obteniendo con esto mejoras en la satisfacción y fidelización de su cliente, teniendo en cuenta los aspectos operativos, administrativos, económicos y normativos. Con la visión puesta en esta finalidad, se propone la alternativa de implementar la realización de los análisis *próximos cortos* en el laboratorio in situ que actualmente opera en Puerto Drummond, lo que supone la inversión en equipos, personal y estructura necesarios para llegar al fin dispuesto.

3.2 ETAPA 2. ESTUDIO TÉCNICO – OPERATIVO

3.2.1 Marco de requerimientos técnicos y operativos

Se dará inicio al estudio técnico – operativo con el análisis de los requerimientos y exigencias de ésta índole que debe cumplir el laboratorio para la función que se pretende realizar, en este caso, generar los resultados certificables y certificados de calidad del carbón exportado por Drummond, desde su terminal portuario ubicado en Ciénaga, Magdalena.

Como marco de referencia para lograr lo anterior, se tomarán como base, en primera medida, los requerimientos dispuestos en la Norma ISO/IEC 17025, guía genérica de referencia para aquellos laboratorios que realizan actividades de ensayo o calibración y, seguidamente, los documentos y guías internos de la empresa SGS Colombia, los cuales se ajustan a los manejados por la empresa SGS a nivel global.

3.2.1.1. Requerimientos establecidos por la norma ISO 17025 de 2005

En el presente numeral se presenta la identificación de los requerimientos técnicos y de proceso para la implementación de un laboratorio acreditado por la ONAC, con base en requerimientos dispuestos en la Norma ISO 17025 de 2005 que establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

La Norma ISO 17025 de 2005 reúne todos los requisitos generales que deben cumplir los laboratorios si dentro de sus competencias se encuentra la realización de muestreo, ensayos o calibraciones acorde a métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados en el propio laboratorio.

Esta norma aplica para los laboratorios en los que los ensayos o calibraciones hacen parte de la inspección o certificación de productos.

SGS Colombia se guía de las directrices de la norma ISO/IEC 17025 en el desarrollo de los sistemas de gestión de los laboratorios para las actividades técnicas, administrativas y de calidad, con el propósito de generar valor y confianza a sus clientes, como también poder ser acreditados por la ONAC – Organización Nacional de Acreditación de Colombia debido a que a través de estas acreditaciones se confirma y reconoce la competencia de los laboratorios.

El laboratorio del sector de Minerales de SGS Colombia, ubicado en Barranquilla, fue acreditado por primera vez el 25 de noviembre de 2013 por la ONAC y su más reciente actualización fue el 9 de noviembre de 2016.

En el Cuadro 3.1 se presentan los principales requerimientos técnicos de la norma, los cuales deben ser cumplidos por el laboratorio en Puerto para poder aspirar a la acreditación mencionada.

Cuadro 3.1 Requerimientos Norma ISO 17025:2015. Elaboración propia.

ITEM	REQUISITO
5.2 PERSONAL	
5.2.1	La dirección del laboratorio debe asegurar la competencia de todos los que operan equipos específicos, realizan ensayos o calibraciones, evalúan los resultados y firman los informes de ensayos y los certificados de calibración. Cuando emplea personal en formación, debe proveer una supervisión apropiada.
5.2.2	La dirección del laboratorio debe formular las metas con respecto a la educación, la formación y las habilidades del personal del laboratorio.
5.2.3	El laboratorio debe disponer de personal que esté empleado por el laboratorio o que esté bajo contrato con él. Cuando utilice personal técnico y de apoyo clave, ya sea bajo contrato o a título suplementario, el laboratorio debe asegurarse de que dicho personal sea supervisado, que sea competente, y que trabaje de acuerdo con el sistema de gestión del laboratorio.
5.2.4	El laboratorio debe mantener actualizados los perfiles de los puestos de trabajo del personal directivo, técnico y de apoyo clave involucrado en los ensayos o las calibraciones.
5.2.5	La dirección debe autorizar a miembros específicos del personal para realizar tipos particulares de muestreos, ensayos o calibraciones, para emitir informes de ensayos y certificados de calibración, para emitir opiniones e interpretaciones y para operar tipos particulares de equipos.
5.3 INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES	
5.3.1	Las instalaciones de ensayos o de calibraciones del laboratorio, incluidas, pero no en forma excluyente, las fuentes de energía, la iluminación y las condiciones ambientales, deben facilitar la realización correcta de los ensayos o de las calibraciones.
5.3.2	El laboratorio debe realizar el seguimiento, controlar y registrar las condiciones ambientales según lo requieran las especificaciones, métodos y procedimientos correspondientes, o cuando éstas puedan influir en la calidad de los resultados.
5.3.3	Debe haber una separación eficaz entre áreas vecinas en las que se realicen actividades incompatibles. Se deben tomar medidas para prevenir la contaminación cruzada.
5.3.4	Se deben controlar el acceso y el uso de las áreas que afectan a la calidad de los ensayos o de las calibraciones. El laboratorio debe determinar la extensión del control en función de sus circunstancias particulares.
5.3.5	Se deben tomar medidas para asegurar el orden y la limpieza del laboratorio. Cuando sean necesarios se deben preparar procedimientos especiales.
5.4 MÉTODOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS MÉTODOS	
5.4.1 Generalidades	El laboratorio debe aplicar métodos y procedimientos apropiados para todos los ensayos o las calibraciones dentro de su alcance. Estos incluyen el muestreo, la manipulación, el transporte, el almacenamiento y la preparación de los ítems a ensayar o a calibrar y, cuando corresponda, la estimación de la incertidumbre de la medición así como técnicas estadísticas para el análisis de los datos de los ensayos o de las calibraciones. El laboratorio debe tener instrucciones para el uso y el funcionamiento de todo el

Cuadro 3.1 Requerimientos Norma ISO 17025:2015. Elaboración propia.

ITEM	REQUISITO
	equipamiento pertinente, y para la manipulación y la preparación de los ítems a ensayar o a calibrar, o ambos, cuando la ausencia de tales instrucciones pudieran comprometer los resultados de los ensayos o de las calibraciones. Todas las instrucciones, normas, manuales y datos de referencia correspondientes al trabajo del laboratorio se deben mantener actualizados y deben estar fácilmente disponibles para el personal (véase 4.3).
5.4.2 Selección de los métodos	El laboratorio debe utilizar los métodos de ensayo o de calibración, incluidos los de muestreo, que satisfagan las necesidades del cliente y que sean apropiados para los ensayos o las calibraciones que realiza. Se deben utilizar preferentemente los métodos publicados como normas internacionales, regionales o nacionales. El laboratorio debe asegurarse de que utiliza la última versión vigente de la norma, a menos que no sea apropiado o posible.
5.4.3 Métodos desarrollados por el laboratorio	La introducción de los métodos de ensayo y de calibración desarrollados por el laboratorio para su propio uso debe ser una actividad planificada y debe ser asignada a personal calificado, provisto de los recursos adecuados. Los planes deben ser actualizados a medida que avanza el desarrollo y se debe asegurar una comunicación eficaz entre todo el personal involucrado.
5.4.4 Métodos no normalizados	Cuando sea necesario utilizar métodos no normalizados, éstos deben ser acordados con el cliente y deben incluir una especificación clara de los requisitos del cliente y del objetivo del ensayo o de la calibración. El método desarrollado debe haber sido validado adecuadamente antes del uso.
5.4.5 Validación de los métodos	
5.4.5.1	La validación es la confirmación, a través del examen y el aporte de evidencias objetivas, de que se cumplen los requisitos particulares para un uso específico previsto.
5.4.5.2	El laboratorio debe validar los métodos no normalizados, los métodos que diseña o desarrolla, los métodos normalizados empleados fuera del alcance previsto, así como las ampliaciones y modificaciones de los métodos normalizados, para confirmar que los métodos son aptos para el fin previsto. La validación debe ser tan amplia como sea necesario para satisfacer las necesidades del tipo de aplicación o del campo de aplicación dados. El laboratorio debe registrar los resultados obtenidos, el procedimiento utilizado para la validación y una declaración sobre la aptitud del método para el uso previsto.
5.4.5.3	La gama y la exactitud de los valores que se obtienen empleando métodos validados (por ejemplo, la incertidumbre de los resultados, el límite de detección, la selectividad del método, la linealidad, el límite de repetibilidad o de reproducibilidad, la robustez ante influencias externas o la sensibilidad cruzada frente a las interferencias provenientes de la matriz de la muestra o del objeto de ensayo) tal como fueron fijadas para el uso previsto, deben responder a las necesidades de los clientes.
5.4.6 Estimación de la incertidumbre de la medición	
5.4.6.1	Un laboratorio de calibración, o un laboratorio de ensayo que realiza sus propias calibraciones, deben tener y debe aplicar un procedimiento para estimar la incertidumbre de la medición para todas las calibraciones y todos los tipos de calibraciones.

Cuadro 3.1 Requerimientos Norma ISO 17025:2015. Elaboración propia.

ITEM	REQUISITO
5.4.6.2	Los laboratorios de ensayo deben tener y deben aplicar procedimientos para estimar la incertidumbre de la medición. En algunos casos la naturaleza del método de ensayo puede excluir un cálculo riguroso, metrológicamente y estadísticamente válido, de la incertidumbre de medición. En estos casos el laboratorio debe, por lo menos, tratar de identificar todos los componentes de la incertidumbre y hacer una estimación razonable, y debe asegurarse de que la forma de informar el resultado no dé una impresión equivocada de la incertidumbre. Una estimación razonable se debe basar en un conocimiento del desempeño del método y en el alcance de la medición y debe hacer uso, por ejemplo, de la experiencia adquirida y de los datos de validación anteriores.
5.4.6.3	Cuando se estima la incertidumbre de la medición, se deben tener en cuenta todos los componentes de la incertidumbre que sean de importancia en la situación dada, utilizando métodos apropiados de análisis.
5.4.7 Control de datos	
5.4.7.1	Los cálculos y la transferencia de los datos deben estar sujetos a verificaciones adecuadas llevadas a cabo de una manera sistemática.
5.4.7.2	<p>Cuando se utilicen computadoras o equipos automatizados para captar, procesar, registrar, informar, almacenar o recuperar los datos de los ensayos o de las calibraciones, el laboratorio debe asegurarse de que:</p> <p>a) el software desarrollado por el usuario esté documentado con el detalle suficiente y haya sido convenientemente validado, de modo que se pueda asegurar que es adecuado para el uso;</p> <p>b) se establecen e implementan procedimientos para proteger los datos; tales procedimientos deben incluir, pero no limitarse a, la integridad y la confidencialidad de la entrada o recopilación de los datos, su almacenamiento, transmisión y procesamiento;</p> <p>c) se hace el mantenimiento de las computadoras y equipos automatizados con el fin de asegurar que funcionan adecuadamente y que se encuentran en las condiciones ambientales y de operación necesarias para preservar la integridad de los datos de ensayo o de calibración.</p>
5.5 EQUIPOS	
5.5.1	El laboratorio debe estar provisto con todos los equipos para el muestreo, la medición y el ensayo, requeridos para la correcta ejecución de los ensayos o de las calibraciones (incluido el muestreo, la preparación de los ítems de ensayo o de calibración y el procesamiento y análisis de los datos de ensayo o de calibración). En aquellos casos en los que el laboratorio necesite utilizar equipos que estén fuera de su control permanente, debe asegurarse de que se cumplan los requisitos de esta Norma Internacional.
5.5.2	Los equipos y su software utilizado para los ensayos, las calibraciones y el muestreo deben permitir lograr la exactitud requerida y deben cumplir con las especificaciones pertinentes para los ensayos o las calibraciones concernientes. Se deben establecer programas de calibración para las magnitudes o los valores esenciales de los instrumentos cuando dichas propiedades afecten significativamente a los resultados.

Cuadro 3.1 Requerimientos Norma ISO 17025:2015. Elaboración propia.

ITEM	REQUISITO
5.5.3	Los equipos deben ser operados por personal autorizado. Las instrucciones actualizadas sobre el uso y el mantenimiento de los equipos (incluido cualquier manual pertinente suministrado por el fabricante del equipo) deben estar disponibles para ser utilizadas por el personal del laboratorio.
5.5.4	Cada equipo y su software utilizado para los ensayos y las calibraciones, que sea importante para el resultado, debe, en la medida de lo posible, estar unívocamente identificado.
5.5.5	Se deben establecer registros de cada componente del equipamiento y su software que sea importante para la realización de los ensayos o las calibraciones.
5.5.6	El laboratorio debe tener procedimientos para la manipulación segura, el transporte, el almacenamiento, el uso y el mantenimiento planificado de los equipos de medición con el fin de asegurar el funcionamiento correcto y de prevenir la contaminación o el deterioro.
5.5.7	Los equipos que hayan sido sometidos a una sobrecarga o a un uso inadecuado, que den resultados dudosos, o se haya demostrado que son defectuosos o que están fuera de los límites especificados, deben ser puestos fuera de servicio. Se deben aislar para evitar su uso o se deben rotular o marcar claramente como que están fuera de servicio hasta que hayan sido reparados y se haya demostrado por calibración o ensayo que funcionan correctamente. El laboratorio debe examinar el efecto del defecto o desvío de los límites especificados en los ensayos o las calibraciones anteriores y debe aplicar el procedimiento de "control del trabajo no conforme"
5.5.8	Cuando sea posible, todos los equipos bajo el control del laboratorio que requieran una calibración, deben ser rotulados, codificados o identificados de alguna manera para indicar el estado de calibración, incluida la fecha en la que fueron calibrados por última vez y su fecha de vencimiento o el criterio para la próxima calibración.
5.5.9	Cuando, por cualquier razón, el equipo quede fuera del control directo del laboratorio, éste debe asegurarse de que se verifican el funcionamiento y el estado de calibración del equipo y de que son satisfactorios, antes de que el equipo sea reintegrado al servicio.
5.5.10	Cuando se necesiten comprobaciones intermedias para mantener la confianza en el estado de calibración de los equipos, éstas se deben efectuar según un procedimiento definido.
5.5.11	Cuando las calibraciones den lugar a un conjunto de factores de corrección, el laboratorio debe tener procedimientos para asegurarse de que las copias (por ejemplo, en el software), se actualizan correctamente.
5.5.12	Se deben proteger los equipos de ensayo y de calibración, tanto el hardware como el software, contra ajustes que pudieran invalidar los resultados de los ensayos o de las calibraciones.
5.6	TRAZABILIDAD DE MEDICIONES
5.6.1 Generalidades	Todos los equipos utilizados para los ensayos o las calibraciones, incluidos los equipos para mediciones auxiliares (por ejemplo, de las condiciones ambientales) que tengan un efecto significativo en la exactitud o en la validez del resultado del ensayo, de la calibración o del muestreo, deben ser calibrados antes de ser puestos en servicio. El

Cuadro 3.1 Requerimientos Norma ISO 17025:2015. Elaboración propia.

ITEM	REQUISITO
	laboratorio debe establecer un programa y un procedimiento para la calibración de sus equipos.
5.6.2 Requisitos específicos	
5.6.2.1 Calibración	
5.6.2.1.1	Cuando se utilicen servicios de calibración externos, se debe asegurar la trazabilidad de la medición mediante el uso de servicios de calibración provistos por laboratorios que puedan demostrar su competencia y su capacidad de medición y trazabilidad. Los certificados de calibración emitidos por estos laboratorios deben contener los resultados de la medición, incluida la incertidumbre de la medición o una declaración sobre la conformidad con una especificación metrológica identificada (véase también 5.10.4.2).
5.6.2.1.2	Existen ciertas calibraciones que actualmente no se pueden hacer estrictamente en unidades SI. En estos casos la calibración debe proporcionar confianza en las mediciones al establecer la trazabilidad a patrones de medición apropiados.
5.6.2.2 Ensayos	
5.6.2.2.1	Para los laboratorios de ensayo, los requisitos dados en 5.6.2.1 se aplican a los equipos de medición y de ensayo con funciones de medición que utiliza, a menos que se haya establecido que la incertidumbre introducida por la calibración contribuye muy poco a la incertidumbre total del resultado de ensayo. Cuando se dé esta situación, el laboratorio debe asegurarse de que el equipo utilizado puede proveer la incertidumbre de medición requerida.
5.6.2.2.2	Cuando la trazabilidad de las mediciones a las unidades SI no sea posible o no sea pertinente, se deben exigir los mismos requisitos para la trazabilidad (por ejemplo, por medio de materiales de referencia certificados, métodos acordados o normas consensuadas) que para los laboratorios de calibración (véase 5.6.2.1.2).
5.6.3 Patrones de referencia y materiales de referencia	
5.6.3.1 Patrones de Referencia	El laboratorio debe tener un programa y un procedimiento para la calibración de sus patrones de referencia. Los patrones de referencia deben ser calibrados por un organismo que pueda proveer la trazabilidad como se indica en 5.6.2.1. Dichos patrones de referencia para la medición, conservados por el laboratorio, deben ser utilizados sólo para la calibración y para ningún otro propósito, a menos que se pueda demostrar que su desempeño como patrones de referencia no será invalidado. Los patrones de referencia deben ser calibrados antes y después de cualquier ajuste.
5.6.3.2 Materiales de referencia	Cada vez que sea posible se debe establecer la trazabilidad de los materiales de referencia a las unidades de medida SI o a materiales de referencia certificados. Los materiales de referencia internos deben ser verificados en la medida que sea técnica y económicamente posible.
5.6.3.3 Verificaciones intermedias	Se deben llevar a cabo las verificaciones que sean necesarias para mantener la confianza en el estado de calibración de los patrones de referencia, primarios, de transferencia o de trabajo y de los materiales de referencia de acuerdo con procedimientos y una programación definidos.

Cuadro 3.1 Requerimientos Norma ISO 17025:2015. Elaboración propia.

ITEM	REQUISITO
5.6.3.4 <i>Transporte y almacenamiento</i>	El laboratorio debe tener procedimientos para la manipulación segura, el transporte, el almacenamiento y el uso de los patrones de referencia y materiales de referencia con el fin de prevenir su contaminación o deterioro y preservar su integridad.
5.7 MUESTREO	
5.7.1	El laboratorio debe tener un plan y procedimientos para el muestreo cuando efectúe el muestreo de sustancias, materiales o productos que luego ensaye o calibre. El plan y el procedimiento para el muestreo deben estar disponibles en el lugar donde se realiza el muestreo. Los planes de muestreo deben, siempre que sea razonable, estar basados en métodos estadísticos apropiados. El proceso de muestreo debe tener en cuenta los factores que deben ser controlados para asegurar la validez de los resultados de ensayo y de calibración.
5.7.2	Cuando el cliente requiera desviaciones, adiciones o exclusiones del procedimiento de muestreo documentado, éstas deben ser registradas en detalle junto con los datos del muestreo correspondiente e incluidas en todos los documentos que contengan los resultados de los ensayos o de las calibraciones y deben ser comunicadas al personal concerniente.
5.7.3	El laboratorio debe tener procedimientos para registrar los datos y las operaciones relacionados con el muestreo que forma parte de los ensayos o las calibraciones que lleva a cabo. Estos registros deben incluir el procedimiento de muestreo utilizado, la identificación de la persona que lo realiza, las condiciones ambientales (si corresponde) y los diagramas u otros medios equivalentes para identificar el lugar del muestreo según sea necesario y, si fuera apropiado, las técnicas estadísticas en las que se basan los procedimientos de muestreo.
5.8 MANIPULACIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO O DE CALIBRACIÓN	
5.8.1	El laboratorio debe tener procedimientos para el transporte, la recepción, la manipulación, la protección, el almacenamiento, la conservación o la disposición final de los ítems de ensayo o de calibración, incluidas todas las disposiciones necesarias para proteger la integridad del ítem de ensayo o de calibración, así como los intereses del laboratorio y del cliente.
5.8.2	El laboratorio debe tener un sistema para la identificación de los ítems de ensayo o de calibración. La identificación debe conservarse durante la permanencia del ítem en el laboratorio. El sistema debe ser diseñado y operado de modo tal que asegure que los ítems no puedan ser confundidos físicamente ni cuando se haga referencia a ellos en registros u otros documentos. Cuando corresponda, el sistema debe prever una subdivisión en grupos de ítems y la transferencia de los ítems dentro y desde el laboratorio.
5.8.3	Al recibir el ítem para ensayo o calibración, se deben registrar las anomalías o los desvíos en relación con las condiciones normales o especificadas, según se describen en el correspondiente método de ensayo o de calibración.
5.8.4	El laboratorio debe tener procedimientos e instalaciones apropiadas para evitar el deterioro, la pérdida o el daño del ítem de ensayo o de calibración durante el almacenamiento, la manipulación y la preparación. Se deben seguir las instrucciones para la manipulación provistas con el ítem.

Cuadro 3.1 Requerimientos Norma ISO 17025:2015. Elaboración propia.

ITEM	REQUISITO
5.9 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS ENSAYOS DE CALIBRACIÓN	
5.9.1	El laboratorio debe tener procedimientos de control de la calidad para realizar el seguimiento de la validez de los ensayos y las calibraciones llevados a cabo. Los datos resultantes deben ser registrados en forma tal que se puedan detectar las tendencias y, cuando sea posible, se deben aplicar técnicas estadísticas para la revisión de los resultados.
5.9.2	Los datos de control de la calidad deben ser analizados y, si no satisfacen los criterios predefinidos, se deben tomar las acciones planificadas para corregir el problema y evitar consignar resultados incorrectos.
5.10 INFORME DE LOS RESULTADOS	
5.10.1 Generalidades	Los resultados de cada ensayo, calibración o serie de ensayos o calibraciones efectuados por el laboratorio, deben ser informados en forma exacta, clara, no ambigua y objetiva, de acuerdo con las instrucciones específicas de los métodos de ensayo o de calibración. Los resultados deben ser informados, por lo general en un informe de ensayo o un certificado de calibración (véase la nota 1) y deben incluir toda la información requerida por el cliente y necesaria para la interpretación de los resultados del ensayo o de la calibración, así como toda la información requerida por el método utilizado. Esta información es normalmente la requerida en los apartados 5.10.2 y 5.10.3 ó 5.10.4. En el caso de ensayos o calibraciones realizados para clientes internos, o en el caso de un acuerdo escrito con el cliente, los resultados pueden ser informados en forma simplificada. Cualquier información indicada en los apartados 5.10.2 a 5.10.4 que no forme parte de un informe al cliente, debe estar fácilmente disponible en el laboratorio que efectuó los ensayos o las calibraciones.
5.10.2 Informes de ensayos y certificados de calibración	<p>Cada informe de ensayo o certificado de calibración debe incluir la siguiente información, salvo que el laboratorio tenga razones válidas para no hacerlo así:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Un título (por ejemplo, Informe de ensayo o Certificado de calibración); b) El nombre y la dirección del laboratorio y el lugar donde se realizaron los ensayos o las calibraciones, si fuera diferente de la dirección del laboratorio; c) Una identificación única del informe de ensayo o del certificado de calibración (tal como el número de serie) y en cada página una identificación para asegurar que la página es reconocida como parte del informe de ensayo o del certificado de calibración, y una clara identificación del final del informe de ensayo o del certificado de calibración; d) El nombre y la dirección del cliente; e) La identificación del método utilizado; f) Una descripción, la condición y una identificación no ambigua del o de los ítems ensayados o calibrados; g) La fecha de recepción del o de los ítems sometidos al ensayo o a la calibración, cuando ésta sea esencial para la validez y la aplicación de los resultados, y la fecha de ejecución del ensayo o la calibración;

Cuadro 3.1 Requerimientos Norma ISO 17025:2015. Elaboración propia.

ITEM	REQUISITO
	<p>h) Una referencia al plan y a los procedimientos de muestreo utilizados por el laboratorio u otros organismos, cuando éstos sean pertinentes para la validez o la aplicación de los resultados;</p> <p>i) Los resultados de los ensayos o las calibraciones con sus unidades de medida, cuando corresponda;</p> <p>j) El o los nombres, funciones y firmas o una identificación equivalente de la o las personas que autorizan el informe de ensayo o el certificado de calibración;</p> <p>k) Cuando corresponda, una declaración de que los resultados sólo están relacionados con los ítems ensayados o calibrados.</p>
5.10.3 Informes de ensayos	
5.10.3.1	Los informes de ensayos deben incluir, en los casos en que sea necesario para la interpretación de los resultados de los ensayos, lo siguiente:
	a) las desviaciones, adiciones o exclusiones del método de ensayo e información sobre condiciones de ensayo específicas, tales como las condiciones ambientales;
	b) cuando corresponda, una declaración sobre el cumplimiento o no cumplimiento con los requisitos o las especificaciones;
	c) cuando sea aplicable, una declaración sobre la incertidumbre de medición estimada; la información sobre la incertidumbre es necesaria en los informes de ensayo cuando sea pertinente para la validez o aplicación de los resultados de los ensayos, cuando así lo requieran las instrucciones del cliente, o cuando la incertidumbre afecte al cumplimiento con los límites de una especificación;
	d) cuando sea apropiado y necesario, las opiniones e interpretaciones (véase 5.10.5);
	e) la información adicional que pueda ser requerida por métodos específicos, clientes o grupos de clientes.
5.10.3.2	Los informes de ensayos deben incluir, en los casos en que sea necesario para la interpretación de los resultados de los ensayos, lo siguiente:
	a) la fecha del muestreo;
	b) una identificación inequívoca de la sustancia, el material o el producto muestreado (incluido el nombre del fabricante, el modelo o el tipo de designación y los números de serie, según corresponda);
	c) el lugar del muestreo, incluido cualquier diagrama, croquis o fotografía;
	d) una referencia al plan y a los procedimientos de muestreo utilizados;
	e) los detalles de las condiciones ambientales durante el muestreo que puedan afectar a la interpretación de los resultados del ensayo;
	f) cualquier norma o especificación sobre el método o el procedimiento de muestreo, y las desviaciones, adiciones o exclusiones de la especificación concerniente.

Cuadro 3.1 Requerimientos Norma ISO 17025:2015. Elaboración propia.

ITEM	REQUISITO
<i>5.10.4 Certificados de calibración</i>	
5.10.4.1	Además de los requisitos indicados en el apartado 5.10.2, los certificados de calibración deben incluir, cuando sea necesario para la interpretación de los resultados de la calibración, lo siguiente:
	a) las condiciones (por ejemplo, ambientales) bajo las cuales fueron hechas las calibraciones y que tengan una influencia en los resultados de la medición;
	b) la incertidumbre de la medición o una declaración de cumplimiento con una especificación metrológica identificada o con partes de ésta;
	c) evidencia de que las mediciones son trazables (véase la nota 2 del apartado 5.6.2.1.1).
5.10.4.2	El certificado de calibración sólo debe estar relacionado con las magnitudes y los resultados de los ensayos funcionales.
5.10.4.3	Cuando un instrumento para calibración ha sido ajustado o reparado, se deben informar los resultados de la calibración antes y después del ajuste o la reparación, si estuvieran disponibles.
5.10.4.4	Un certificado de calibración (o etiqueta de calibración) no debe contener ninguna recomendación sobre el intervalo de calibración, excepto que esto haya sido acordado con el cliente. Este requisito puede ser reemplazado por disposiciones legales.
5.10.5 Opiniones e interpretaciones	Cuando se incluyan opiniones e interpretaciones, el laboratorio debe asentar por escrito las bases que respaldan dichas opiniones e interpretaciones. Las opiniones e interpretaciones deben estar claramente identificadas como tales en un informe de ensayo.
5.10.6 Resultados de ensayo y calibración obtenidos de los subcontratistas	Cuando el informe de ensayo contenga resultados de ensayos realizados por los subcontratistas, estos resultados deben estar claramente identificados. El subcontratista debe informar sobre los resultados por escrito o electrónicamente. Cuando se haya subcontratado una calibración, el laboratorio que efectúa el trabajo debe remitir el certificado de calibración al laboratorio que lo contrató.
5.10.7 Transmisión electrónica de los resultados	En el caso que los resultados de ensayo o de calibración se transmitan por teléfono, télex, facsímil u otros medios electrónicos o electromagnéticos, se deben cumplir los requisitos de esta Norma Internacional (véase también 5.4.7).
5.10.8 Presentación de los informes y de los certificados	La presentación elegida debe ser concebida para responder a cada tipo de ensayo o de calibración efectuado y para minimizar la posibilidad de mala interpretación o mal uso.
5.10.9 Modificaciones a los informes de ensayo y a los	Las modificaciones de fondo a un informe de ensayo o certificado de calibración después de su emisión deben ser hechas solamente en la forma de un nuevo documento, o de una transferencia de datos

Cuadro 3.1 Requerimientos Norma ISO 17025:2015. Elaboración propia.

ITEM	REQUISITO
certificados de calibración	

Con base en el compendio presentado, se diagnosticaron las necesidades y requerimientos para cumplir con el estándar establecido por la ISO y así obtener la acreditación que faculta al laboratorio para la generación de resultados certificables sobre la calidad del carbón de Drummond.

Como resumen de dicho diagnóstico se ilustra con la Figura 3-2, la cual muestra el estado de cumplimiento general de los requisitos referidos en el Cuadro 3.1.

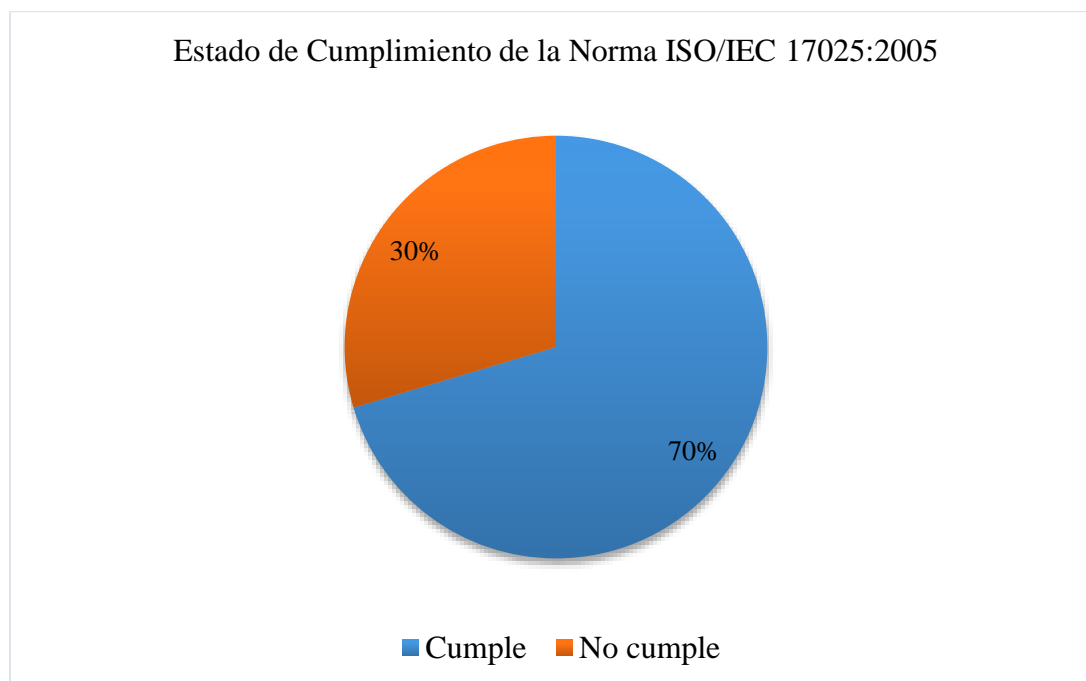


Figura 3-2 Estado de Cumplimiento de la Norma ISO/IEC 17025:2005. Elaboración propia.

El diagnóstico inicial muestra un panorama positivo para la implementación, toda vez que actualmente se está cumpliendo con alrededor del 70% de los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005. En el momento de llevar a cabo el proyecto, serán menos los aspectos por fortalecer que los que ya están logrados.

Asimismo, en la Figura 3-3 se identifican los requisitos que actualmente presentan incumplimientos. Como se puede observar, aspectos relacionados con el personal, instalaciones y condiciones ambientales, equipos, informes y ensayos deben ser reforzados y enfocados a los requisitos puntuales de la norma. Adicionalmente, llama la atención que el ítem correspondiente a la estimación de nivel de incertidumbre se encuentra en cero, ya que bajo las condiciones de operación actuales este asunto no es tenido en cuenta.

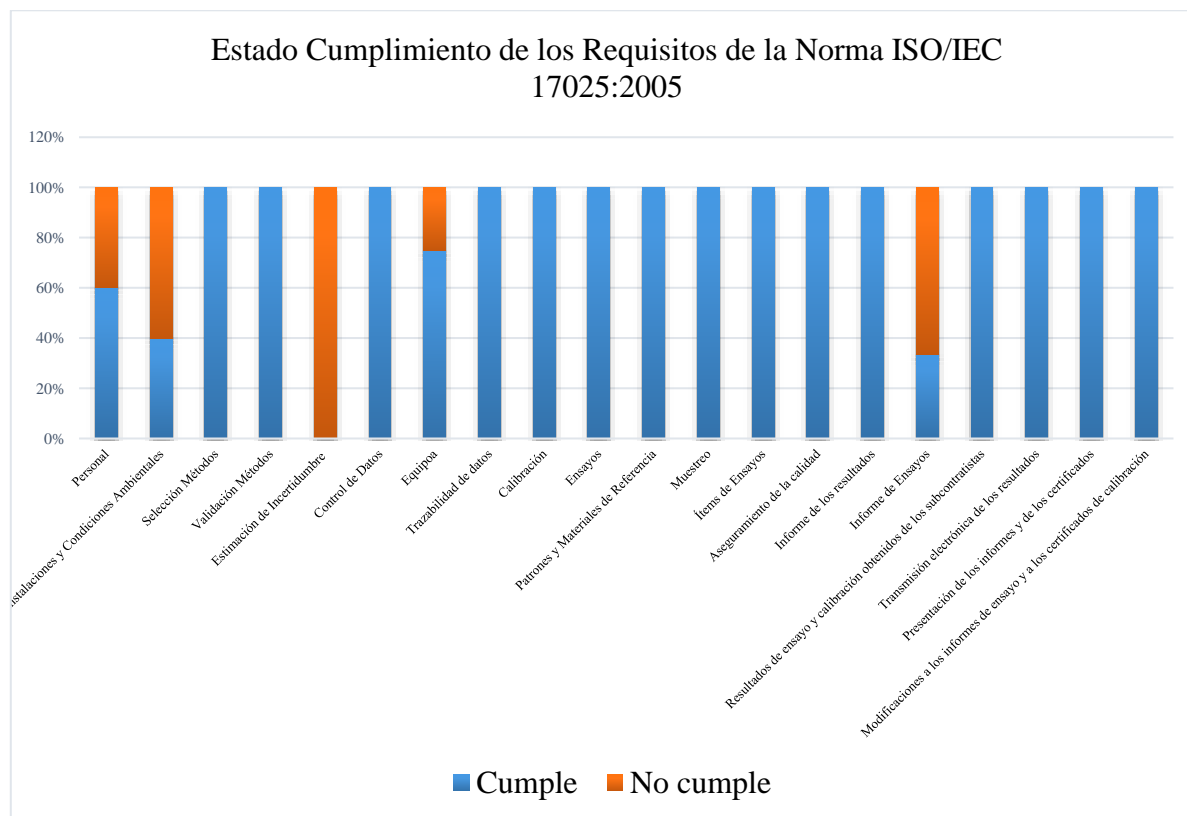


Figura 3-3 Estado Cumplimiento de los Requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005. Elaboración propia.

3.2.1.2 Estándares de operación de SGS

Por su parte, la compañía SGS maneja estándares de calidad y operación internos que deben ser aplicados en cada uno de los laboratorios existentes en alrededor del mundo. Por tanto, para la creación de un laboratorio certificado dentro de las instalaciones de Puerto Drummond se deben acatar aquellos requisitos que son aplicables a su alcance.

Para tal efecto, se realizó un compendio de dichos requerimientos, con el fin de ser tenidos en cuenta a la hora de definir los aspectos técnicos generales y operativos del

proyecto, con base en el MANUAL DE LA CALIDAD DEL LABORATORIO DE ENSAYOS emitido por la división de MINERALS SERVICES, actualizado en el 2016, y documentos internos de la compañía.

Personal:

- Los requisitos mínimos necesarios en lo referente a nivel académico, experiencia y entrenamiento deben estar debidamente definidos y documentados para cada cargo, guardando coherencia con los estándares de la empresa SGS a nivel global. La información y soportes pertinentes, deberán consignarse en la "Hoja de Vida" de carácter técnico, que para cada empleado debe llevarse.
- Cada cargo tendrá previa y claramente definidos los tipos de ensayos que está autorizado a realizar.
- Toda persona que se vincule a las labores del Laboratorio deberá someterse a un entrenamiento interno, a evaluaciones de desempeño, y a entrenamientos adicionales según sus necesidades de competencia.
- Anualmente se deberá realizar un Plan de Capacitación del personal de Minerals Services que incluye al personal del Laboratorio y de Operaciones.

Equipos:

- Para cada Equipo se llevará un archivo por separado con su Historia y Hoja de vida, y será archivada en el Software “Mántum¹”, donde se consignan las características, y el historial de mantenimiento, para cada equipo, además del control de funcionamiento y calibración, cuando fuera el caso.
- El equipo será verificado antes de cada ensayo, de acuerdo como lo indiquen los procedimientos operativos del laboratorio.

Mantenimiento:

¹ Software para la Gestión Integral de Mantenimiento.

Todos los equipos de las áreas del Laboratorio deberán someterse a mantenimiento. Este será de tres tipos:

1. *Mantenimiento preventivo*: Se refiere a las actividades encaminadas a prevenir las fallas de los equipos mediante un mantenimiento programado según periodicidad y forma en función de las recomendaciones de los fabricantes y expertos.

Se debe realizar periódicamente ciñéndose a un Cronograma preestablecido y será ejecutado por el mismo personal del Laboratorio o por personal / proveedor externo designado para esto.

2. *Mantenimiento correctivo*: Son las actividades de respuesta, cuyo fin es corregir una falla sucedida o de potencial ocurrencia que ponga en riesgo la disponibilidad equipo, ejecutadas solo cuando el equipo sufre daños o irregularidades en su funcionamiento.

En estos casos la reparación podrá ser efectuada por personal de mantenimiento, interno o externo a SGS Colombia S.A.S., o por el mismo personal del Laboratorio dependiendo del tipo y magnitud del daño o falla.

3. *Mantenimiento predictivo*: Permite hacer una predicción del equipo, por medio de las técnicas especializadas que se le pueda aplicar, como análisis de vibraciones, mediciones eléctricas, voltaje, amperaje, resistencias, ultrasonidos, medición de espesor, termo grafías, etc.

Podrá ser contratado con firmas técnicas especializadas en este tipo de servicios de reconocida competencia o ser realizado por personal del laboratorio si se estuviera en la capacidad. Cualquiera que sea el caso, cuando la operación realizada ha involucrado algún tipo de reparación o cambio en el equipo, ello deberá quedar registrado en la Hoja de Vida del equipo.

Instalaciones y condiciones ambientales:

- En el laboratorio de ensayos se requieren condiciones específicas de temperatura ($22^{\circ}\text{C} \pm 6^{\circ}\text{C}$) y Humedad Relativa ($50\% \pm 20\%$), por lo cual se realiza un seguimiento a estos parámetros y se registran según periodicidad establecida.

- El Laboratorio debe disponer de una Planta eléctrica que garantiza la continuidad de los análisis en caso de fallas en el servicio de energía.
- Con el fin de preservar las condiciones ambientales estables, deben implementarse, como mínimo, las siguientes restricciones en el Laboratorio:
 - a) Restricción del acceso a las áreas de muestras y de análisis a funcionarios o personas diferentes a las autorizadas por el laboratorio. Además asegura la confidencialidad de la información en proceso y evita accidentes a personal no capacitado que ingrese a las áreas potencialmente peligrosas o de manejo especializado.
 - b) Todas aquellas sustancias que despidan olores fuertes, vapores corrosivos o tóxicos, partículas volantes o humos de cualquier tipo, serán manejadas únicamente por el personal técnicamente capacitado para ello y siempre dentro de campanas extractoras de gases.
 - c) Las labores de limpieza de equipos especializados estará asignada únicamente al personal del laboratorio así como el mantenimiento de las condiciones de orden y aseo de sus puestos de trabajo.
 - d) Se debe dar entrenamiento e instrucciones específicas al personal de aseo y servicios varios.
 - e) Como norma general, cada analista u operario dentro de las áreas de análisis y de preparación, será responsable por la limpieza técnica de los elementos a su cargo o uso, así como la adecuada disposición de los desechos peligrosos. (SGS Colombia S.A.S., 2016)

Métodos de ensayo y validación de métodos:

- Como norma general, para todos y cada uno de los ensayos o determinaciones que se efectúen en el Laboratorio, deberá existir un documento en el cual se plasme la forma en que se procede para ejecutarlo. Dicho documento se producirá una vez el ensayo esté probado y ajustado a la normativa en aplicación para garantizar la exactitud y precisión de los resultados. (SGS Colombia S.A.S., 2016)
- Durante el proceso de implementación y aplicación de una nueva técnica de ensayo y durante el lapso de tiempo que transcurrirá desde el momento en que método de ensayo es

confiable y el momento en que se escriba y publique el instructivo, se deberán guías provisionales de instrucciones para uso del personal involucrado.

Métodos no normalizados:

- Cuando sea necesario utilizar métodos que no estén normalizados o que sean suministrados por el Cliente para ensayos puntuales, éstos deberán validarse antes de ponerse en uso.

Prevención de influencias indebidas:

Es necesario evitar que agentes externos puedan influir en forma intencional en los resultados producidos por los Laboratorios. Como herramientas para la prevención de la influencia de factores externos en la calidad y/o en la alteración de los resultados de análisis de muestras en el laboratorio, se han de tomar las siguientes medidas:

- El compromiso y concientización de los empleados del área, con la Política de Calidad, Código de Integridad, Políticas de Confidencialidad y Conflicto de Intereses de la Compañía.
- El flujo de información debe estar diseñado de tal manera que la información de los Clientes sea manejada directamente por un único responsable.
- Implementar restricciones en el manejo sistematizado de la información.
- El laboratorio no se hará cargo de ninguna actividad que pueda poner en peligro su imagen, integridad e independencia de juicio en lo referente a sus actividades de ensayo.

Revisiones por la dirección:

- La Alta Dirección deberá realizar al menos una revisión anual de las actividades realizadas por el laboratorio y en general de todo lo relacionado con el sistema de gestión y proponer acciones que conlleven a la mejora continua.

Además de los anteriores, cada uno de los ensayos y pruebas a efectuar en el laboratorio deben cumplir con requisitos y condiciones en virtud de los procedimientos y métodos que guían su realización, los cuales serán abordados en detalle en el siguiente numeral.

3.2.2 Identificación de los servicios y actividades incluidas en la operación del laboratorio.

El laboratorio estará dividido en tres grandes áreas de acuerdo con la naturaleza de las actividades realizadas:

1. Área de Preparación de Muestras
2. Área de Análisis de Muestras
3. Área Administrativa del Laboratorio

En el cuadro 3.2, 3.3 y 3.4 se definen las actividades realizadas en cada una de las áreas:

Cuadro 3.2 Actividades área Preparación de Muestras. Elaboración propia.

1.PREPARACIÓN DE MUESTRAS
AREA DE IDENTIFICACION
1. Recepción de muestra a malla 4
2. Generación del Label
3. Actualización de la bitácora de muestra
4. Actualización de gráficos de control de equipos de áreas de preparación
AREA DE PESAJE GRUESO
1. Pesar la muestra y los splits
2. Pesar Bandeja o Refractaria
AREA DE GRANULOMETRIA
1. Tamizar
AREA DE HOMOGENIZACIÓN Y DIVISIÓN
1. Dividir muestra.
2. Homogenizar muestra a malla 60.
AREA DE TRITURACIÓN
1. Triturar muestra hasta malla 4.
2. Triturar muestra hasta malla 8.
AREA DE PULVERIZACIÓN
1. Triturar muestra hasta malla 60.
AREA DE ACONDICIONAMIENTO
1. Enfriamiento de la muestra luego de ser extraída de cabina.
AREA DE SECADO
1. Secado ADL para análisis certificables
2. Secar muestra en horno microondas para análisis rápidos.

Cuadro 3.3 Actividades área Análisis de Muestras. Elaboración propia.

2. ANÁLISIS DE MUESTRAS
AREA DE PESAJE FINO
1. Pesaje de muestras para análisis de Humedad, Poder Calorífico, Cenizas y Azufre
AREA DE ANÁLISIS DE HUMEDAD RESIDUAL Y TOTAL
1. Análisis de Humedad Total y Humedad Residual para Análisis Rápidos
2. Análisis de Humedad Residual ASTM
3. Análisis de Humedad Residual ISO
AREA DE ANÁLISIS DE PODER CALORIFICO
1. Almacenamiento de muestras pesadas para el análisis.
2. Ensamble bomba calorimétrica y llenado con aire a presión
3. Posicionamiento de bomba dentro del equipo.
4. Ignición y corrida de análisis
5. correcciones por titulación
AREA DE ANÁLISIS DE LAVADO
1. Lavado de bombas calorimétricas
AREA DE ANÁLISIS DE AZUFRE
1. Almacenamiento de muestras pesadas para el análisis.
2. corrida del análisis
AREA DE ANÁLISIS DE CENIZAS (CUARTO CALIENTE)
1. Cenizas norma ISO
2. Cenizas norma ASTM
3. Verificación del horno

Cuadro 3.4 Actividades Administrativas. Elaboración propia.

3.ÁREA ADMINISTRATIVA DEL LABORATORIO
AREA DE OFICINA SUP DE LABORATORIO
1. Monitoreo del estado de los análisis
AREA DE OFICINA SUP DE OPERACIONES
1. Monitoreo del estado de los análisis rápidos, análisis próximos y sistema de muestreo

Teniendo claro lo anterior, se procede a explicar en detalle cuáles son los análisis y ensayos certificables que serán incluidos en el alcance del laboratorio en aras de ofrecer al cliente mejores tiempos de respuesta en las labores inherentes al contrato existente.

Como se ha indicado a lo largo del documento, con la implementación del laboratorio facultado para la emisión de resultados certificables en Puerto Drummond se da entrada a la realización de un grupo análisis denominados por SGS como *próximos cortos*, que

actualmente son desarrollados en el laboratorio central de Mineral Services ubicado en Barranquilla.

Según la Norma ASTM, un *análisis próximo* es aquel que comprende las determinaciones de: humedad en la muestra de análisis, contenido de cenizas, contenido de materia volátil y contenido de carbón fijo como diferencia. A su vez, los *próximos cortos* son aquellos que no requiere la determinación de materias volátiles. En este orden de ideas, dentro de este grupo de ensayos se destacan los siguientes:

- a) Humedad total: Cuyo objetivo es la determinación de la humedad total en muestras de carbón, la cual se refiere a la suma ponderada del porcentaje de pérdida de humeada secada al aire y la humeada residual. (SGS Colombia S.A.S., 2016)
- b) Determinación de contenido de cenizas: Cuyo objetivo es la determinación de las cenizas en muestras de carbón. Las cenizas son residuo inorgánico que queda después de quemar una muestra de carbón o coque, bajo condiciones estandarizadas de temperatura, tiempo, atmósfera y especificaciones de los equipos. (SGS Colombia S.A.S., 2016)
- c) Análisis de Azufre total: Cuyo objetivo es la determinación del contenido de azufre en muestras de carbón. Los resultados de éste análisis se utilizan para la evaluación de los procesos de limpieza del carbón, así como también evaluar potencialmente las emisiones, provenientes de la quema del carbón en los procesos de combustión. (SGS Colombia S.A.S., 2016)
- d) Análisis de Poder Calorífico: Cuyo objetivo es la determinación del poder calorífico en muestras de carbón. El poder calorífico, medido en BTU, es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una libra de agua líquida en una atmosfera de presión en un grado Fahrenheit. (SGS Colombia S.A.S., 2016)

Adicionalmente, existen ensayos especiales denominados *análisis últimos*, que comprenden las determinaciones de contenido de: Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno, Azufre total, y de Oxígeno. La información derivada se destina para la utilización específica en las industrias para sentar las bases para la evaluación, beneficio y otros fines. Su realización

obedece a requerimientos especiales de los clientes. Se describen a continuación los más relevantes, no obstante, se aclara que el alcance del laboratorio a implementar en el puerto llegará hasta la ejecución de los *próximos cortos*.

- a) Análisis Formas de Azufre: Aplica para la determinación de Azufre: Sulfático, Pirítico y Orgánico (por diferencia), en muestras de Carbón, bajo la Norma ASTM D2492, según Método Gravimétrico, para el Azufre Sulfático, y según Método: Espectrofotometría absorción atómica o Espectrofotometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES), para el Azufre Pirítico; y azufre Orgánico por diferencia. Ésta caracterización de las formas de azufre se realiza debido a que, el azufre, se considera un contaminante del proceso; durante la combustión se convierte en SO₂ que si se emite al ambiente se mezcla con agua y produce H₂SO₄ o fenómeno de lluvia acida.
- b) Fusibilidad en cenizas: Con este análisis se determina el rango de temperatura a la cual funden las cenizas, ésta información es requerida en la industria para saber los rangos de temperatura que deben manejarse en las calderas con la intención de obtener la mayor cantidad de energía (en forma de vapor) sin afectar, las condiciones físicas de las calderas por creación de placas de cenizas fundidas que se depositan en su interior. En este método empírico, se someten las cenizas del carbón, previamente moldeadas con forma y tamaño preciso, a calentamiento específico, observando y registrando las diferentes deformaciones ó cambios de forma en el proceso de fusión.
- c) Análisis de minerales de ceniza: Se caracterizan los minerales presentes en las cenizas y en qué proporción con la intención de predecir el comportamiento en la Caldera (Fouling y Slagging) y en los sistemas de depuración. Este método de ensayo cubre un procedimiento para el análisis de los elementos de uso común determinados como mayores y menores en el carbón, coque y residuos sólidos procedentes de la combustión de carbón y coque. Estos residuos pueden ser cenizas del laboratorio, cenizas de fondo, cenizas volantes y otros residuos del proceso de combustión.

La composición química de las cenizas describe en cierto modo la calidad del carbón; permite además, la predicción del comportamiento de las cenizas y sus depósitos en las cámaras de combustión ó evaluar su posible uso para la obtención de subproductos.

Los análisis de la composición de carbón y coque, asociados a los residuos de la combustión, son útiles en la evaluación de su calidad. El conocimiento de la composición elemental de los residuos asociados a la combustión, también es útil en la predicción del comportamiento de las cenizas, enriquecimiento/agotamiento de la composición de las cenizas y escorias en comparación con los niveles de concentración en la matriz de carbón.

La utilización de los subproductos de las cenizas también puede depender de la composición química y de la lixiviación de los componentes inorgánicos de la ceniza de carbón.

A manera general, los equipos y materiales de los que se debe disponer para efectuar dichos análisis son especificados en el instructivo Análisis Próximos en Carbón y Coque, creado por SGS Colombia, cuya última actualización data de Agosto de 2016. A saber:

- ✓ Balanza Analítica
- ✓ Estufa para Humedad de Análisis
- ✓ Hornos de Cenizas
- ✓ Horno Vertical para Materia Volátil
- ✓ Hornos Horizontal para Materia Volátil
- ✓ Equipos TGA 701, 601
- ✓ Crisol de Vidrio o aluminio para análisis de humedad
- ✓ Crisoles de porcelana o sílica fundida para cenizas
- ✓ Crisoles de Níquel-Cromo, Aluminio, Sílica fundida para análisis de materia volátil
- ✓ Espátula

Asimismo, todos los análisis próximos cortos se aplicarán sobre muestras reducida y pulverizada producto de la preparación final de muestras a -60 mallas para análisis según ASTM ó a -80 mallas para análisis según ISO. (SGS Colombia S.A.S., 2016). En el Anexo

3-1 se presentan los procedimientos documentados por SGS Colombia para la ejecución de las pruebas referenciadas, identificando el procedimiento general y los requerimientos especiales a tener en cuenta según las normas ASTM e ISO.

3.2.3 Definición de infraestructura y equipos necesarios para la operación

Para la operación del laboratorio de Puerto Drummond se requiere una serie de equipos, cada uno de ellos asociado a pruebas, análisis, ensayos y/o actividades específicos. Si bien, actualmente se cuenta con algunos de los equipos, la inclusión de los análisis próximos cortos en el alcance de la operación in situ demanda la adquisición e implementación de equipos adicionales. En la tabla 3-2 se muestra una relación de los equipos y mobiliarios requeridos en cada una de las áreas del laboratorio:

Tabla 3-2 Lista de chequeo equipos de Laboratorio. Elaboración propia.

ÁREA EN EL LABORATORIO	ACTIVIDADES	EQUIPOS NECESARIOS	CANTIDAD REQUERIDA	CANTIDAD ACTUAL
ÁREA DE IDENTIFICACIÓN	Recepción de muestra a malla 4	Mesa	1	0
	Generación del Etiquetas de Identificación	Regulador de Voltaje	1	0
		Escritorio	1	0
		Computador	1	0
		Impresora de Zebra	2	1
AREA DE PESAJE GRUESO	Actualización de gráficos de control de equipos de áreas de preparación	Termohigrómetro	2	2
	Pesar la muestra y los Splits	Báscula	2	2
	Pesar Bandeja o Refractaria	Balanza para ADL	1	0
		Regulador de Voltaje	1	0
		Espátula tipo rastrillo	1	0
		Mesa anti vibraciones	1	0
		Lector de Etiquetas	1	0
		Computador	1	0
ÁREA DE GRANULOMETRÍA	Tamizar	Escritorio	1	0
		Tamizadora Gilson	2	2
ÁREA DE HOMOGENIZACIÓN Y DIVISIÓN	Dividir muestra.	Rifle 70XL	2	2
		Rifle 15XL	2	2
		Tapas para gavetas de los rifles	4	4
		Brochas	8	8
		Carretilla	2	2
	Homogenizar muestra a malla 60.	Homogenizador	1	0
AREA DE TRITURACIÓN	Triturar muestra hasta malla 4.	Molino Holmes 401 XL	2	2
	Triturar muestra hasta malla 8.	Molino Holmes 401 XL	2	0
AREA DE PULVERIZACIÓN	Triturar muestra hasta malla 60.	Pulverizador Holmes 501 XL	2	2
AREA DE ACONDICIONAMIENTO	Enfriamiento de la muestra luego de ser extraída de cabina.	Mesón de laboratorio	1	0
		Selladora	1	0

Tabla 3-2 Lista de chequeo equipos de Laboratorio. Elaboración propia.

ÁREA EN EL LABORATORIO	ACTIVIDADES	EQUIPOS NECESARIOS	CANTIDAD REQUERIDA	CANTIDAD ACTUAL
ÁREA DE SECADO	Secado ADL para análisis certificables.	Cabina de ADL	2	2
		Bandejas para ADL	50	0
		Termómetro calibrado	2	0
		Anemómetro	2	0
	Secar muestra en horno microondas para análisis rápidos.	Horno Microondas	2	2
		Regulador de Voltaje	1	1
		Pincel	2	2
		Refactarias	4	4
		Balanza de precisión	2	2
		Mesón de laboratorio	1	1
ÁREA DE PESAJE FINO	Pesaje de muestras para análisis de Humedad, Poder Calorífico, Cenizas y Azufre	Balanza Analítica	3	2
		Mesa anti vibraciones	1	0
		Espátula	3	2
		Lector Código de Barras	1	0
		Regulador de Voltaje	1	1
ÁREA DE ANÁLISIS DE HUMEDAD RESIDUAL Y TOTAL	Análisis de Humedad Total y Humedad Residual para Análisis Rápidos	Analizador de Humedad	3	3
		Estufa Preiser Z91-1632-01	1	0
	Análisis de Humedad Residual ASTM	Desecador	2	0
		Crisoles de Vidrio	20	0
	Análisis de Humedad Residual ISO	Estufa Carbolite MFS	1	0
ÁREA DE ANÁLISIS DE PODER CALORIFICO	Determinación del análisis	Calorímetro AC 500	3	2
		Bomba Calorimétrica	7	5
	Almacenamiento de muestras pesadas para el análisis.	Bandejas para crisoles	3	2
		Desecador para crisoles	3	2
	Ensamble bomba calorimétrica y llenado con aire a presión	Estación de llenado de bomba (manómetro y estante metálico)	3	2
	Posicionamiento de bomba dentro del equipo.	Baldes metálicos	7	5
		Pinzas para bomba calorimétrica	3	2
	Correcciones por titulación	Bureta	2	2
		Beacker	2	2
		Agitador Magnético	2	1
ÁREA DE ANÁLISIS DE AZUFRE	Determinación del análisis	Matraz Volumétrico	2	1
		Determinador de azufre LECO S- 144DR	2	2
		Crisoles para análisis de azufre	50	50
		Pinza auxiliar de ingreso al equipo	2	2
		Bandeja metálica o cerámica para altas temperaturas	2	2
ÁREA DE ANÁLISIS DE CENIZAS	Cenizas norma ISO o ASTM	Horno thermolyne 6000	2	2
		Crisoles coors	50	25
		Extractor para hornos	1	1
		Tapas para crisoles	50	25
	Verificación del horno	Termocupla con sensor	2	2

De acuerdo con lo anterior, en la tabla 3-3 se resumen las necesidades en materia de equipos:

Tabla 3-3 Necesidades en materia de Equipos y Mobiliario. Elaboración propia.

EQUIPOS NECESARIOS	CANTIDAD FALTANTE
Mesa	1
Escritorio	1
Computador	1
Impresora de Zebra	1
Balanza para ADL	1
Espátula tipo rastrillo	1
Computador	1
Escritorio	1
Homogenizador	1
Mesón de laboratorio	1
Selladora	1
Balanza Analítica	1
Espátula	1
Lector Código de Barras	1
Estufa Preiser Z91-1632-01	1
Estufa Carbolite MFS	1
Calorímetro AC 500	1
Bandejas para crisoles	1
Desecador para crisoles	1
Estacion de llenado de bomba (manómetro y estante metálico)	1
Pinzas para bomba calorimétrica	1
Agitador Magnético	1
Matraz Volumétrico	1
Regulador de Voltaje	2
Mesa anti vibraciones	2
Molino Holmes 401 XL	2
Termómetro calibrado	2
Anemómetro	2
Desecador	2
Bomba Calorimétrica	2
Baldes metálicos	2
Crisoles de Vidrio	20
Crisoles coors	25
Tapas para crisoles	25
Bandejas para ADL	50

La inclusión de nuevos equipos y mobiliarios en el Laboratorio, trae consigo la necesidad de realizar adecuaciones locativas y remodelaciones al espacio, con el fin de aprovechar al máximo su capacidad. Atendiendo esto, se elaboró una propuesta de diseño para las modificaciones correspondientes, cuyos planos e imágenes en 3D son exhibidos en Anexo 3-2.

Dichas adecuaciones deben presentadas al Supervisor del Contrato por parte de Drummond Ltd., quien las analizará y dará la aprobación para su materialización. Se debe aclarar que el costo de las mismas será asumido por la empresa minera, tal como se encuentra establecido en los documentos contractuales.

3.2.4 Definición de la estructura administrativa y organizacional óptima requerida para la operación

A continuación se presenta la estructura organizacional del personal tal como se maneja actualmente en para las labores de preparación, análisis y administrativas en el laboratorio en Puerto. Asimismo, se propone la estructura requerida dada la inclusión de los análisis próximos cortos certificables entre las actividades desarrolladas en el Puerto.

3.2.4.1. Estructura organizacional del laboratorio

Actual:

Actualmente, 30 personas conforman la estructura de muestreo y análisis de SGS Colombia S.A.S. en su proyecto con Drummond Ltd. La organización se esquematiza en la figura 3-4:

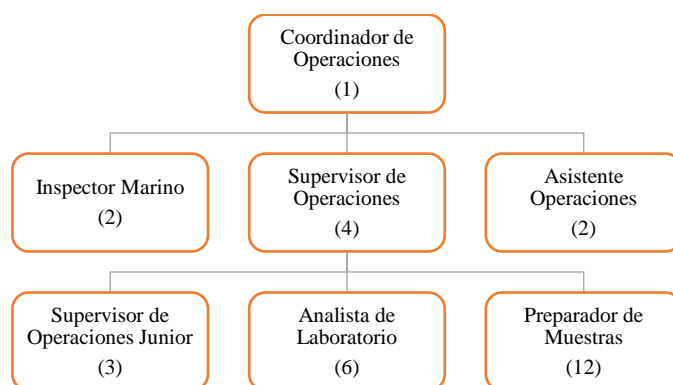


Figura 3-4 Organigrama actual Laboratorio SGS Colombia en Puerto Drummond. Elaboración propia con base en la estructura actual del laboratorio.

Dado que la operación del laboratorio es 24/7, se tienen en operación 3 turnos, cuya distribución está dada por el esquema rotativo 7x3-7x4 para los cargos Supervisor de Operaciones, Supervisor de Operaciones Junior, Analista de Laboratorio y Preparador de muestras. Este esquema se resume así:

Cuadro 3.5 Esquema de turnos 7x3-7x4. Elaboración propia.

Día	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4
Turno 12 horas	D	D	D	D	N	N	N	R	R	R	D	D	D	N	N	N	N	R	R	R	R

D: Turno diurno, N: Turno Nocturno, R: Descanso.

Los demás cargos trabajan bajo un esquema 5x2:

Cuadro 3.6 Esquema de turnos 5x2. Elaboración propia.

Día	1	2	3	4	5	1	2
Turno 12 horas	D	D	D	D	D	R	R

Requerido:

Las nuevas actividades que conlleva la implementación de análisis certificables (*próximos cortos*) en el laboratorio demandan una mayor cantidad de personas en operación, toda vez que se ampliará el espectro de ensayos y análisis ejecutados. Tomando como referencia los procedimientos establecidos para cada tipo de ensayo, se calcula un requerimiento adicional de los siguientes oficios:

- ✓ Analista de Laboratorio (1 personas por turno – 3 personas en total).
- ✓ Preparador de muestras (1 personas por turno – 3 personas en total).

Asimismo, se incluirá dentro de la estructura un nuevo cargo, cuyas funciones irán encaminadas a la supervisión de las labores de preparación de muestras recolectadas para la ejecución de los análisis próximos cortos.

- ✓ Supervisor de Laboratorio (1 persona en turno 5x2).

La estructura propuesta se esquematiza en la figura 3-5:

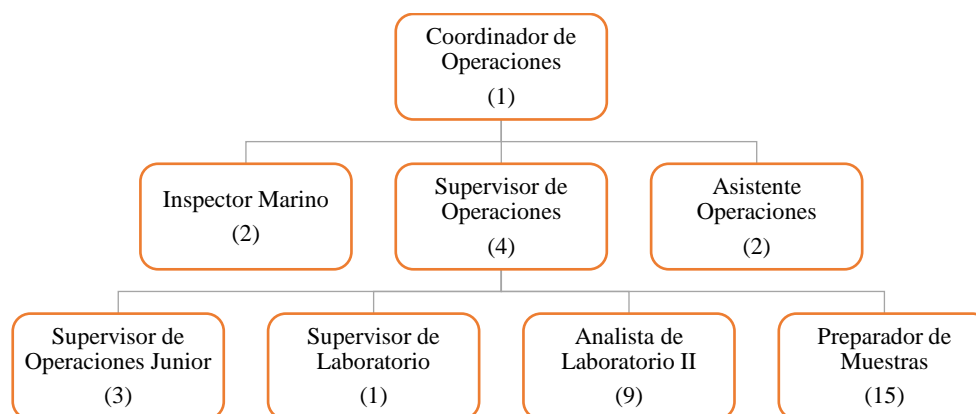


Figura 3-5 Organigrama propuesto Laboratorio SGS Colombia en Puerto Drummond. Elaboración propia.

3.2.4.2. Funciones de los cargos requeridos

En función del aumento en la carga de trabajo para el laboratorio se requiere personal adicional al que actualmente se dispone. El laboratorio actualmente procesa muestras para la elaboración de *análisis rápidos*, al incluir dentro de su alcance los análisis *próximos cortos* (certificables) se deben implementar nuevos frentes de trabajo, en las áreas de preparación y análisis, dado el incremento de muestras y ensayos. En este orden de ideas, se incluirán dos nuevos Analistas de Laboratorio para la elaboración de los análisis *próximos cortos* y dos nuevos Preparadores de Muestras para la ejecución de las labores de toma y recolección de muestras necesarias para estos análisis. Adicionalmente, se incluirá dentro de la estructura una figura de supervisor para las actividades asociadas a estos análisis.

Se resumen a continuación las funciones principales a ejercer por cada uno de los cargos mencionados, tomando como base las funciones documentadas en las guías de perfiles de cargos (Job Descriptions) vigentes para SGS Colombia S.A.S.

✓ Supervisor de Laboratorio:

Supervisar, coordinar y controlar las labores de preparación, análisis de muestras y reportes asociados a los ensayos *próximos cortos*, en las diferentes áreas o campos de acción del Laboratorio en el Puerto, de acuerdo con los procedimientos establecidos por el sector, mediante el recibo, programación y análisis de las muestras. Asimismo, se encargará de optimizar el buen uso y mantenimiento de los equipos de trabajo y garantizar el cumplimiento de las normas y procedimientos técnicos administrativos y de calidad aplicables al área de Laboratorio.

✓ Analista de Laboratorio II:

Realizar los análisis físicos o químicos de laboratorio propios de los análisis *próximos cortos* de acuerdo con las normas y procedimientos establecidos. Asimismo, debe asegurar el manejo adecuado de todos los equipos a su cargo y la ejecución de las labores de control de funcionamiento/eficiencia y calibración de los mismos, según los procedimientos establecidos en el Laboratorio.

✓ Preparador de muestras:

Ejecutar las labores de toma y preparación de muestras para análisis de laboratorio según los procedimientos establecidos y/o instrucciones directas de un Superior y ejecución de análisis *próximos cortos*. Asimismo, asegurar la preparación de muestras de laboratorio para la realización de análisis, que involucra entre otras labores la reducción, homogenización, división de las muestras brutas recibidas, al igual que la pulverización para la obtención de las muestras de análisis, lo mismo que el secado al aire cuando sea aplicable.

Asegurar la entrega de las muestras preparadas al área de análisis para los ensayos, conjuntamente con la respectiva documentación.

Registrar en el archivo de la información correspondiente a cada muestra, y la Identificación de las mismas en el Sistema Operativo que aplique

3.2.4.3. *Perfiles requeridos*

- ✓ Supervisor de Laboratorio: Químico, Químico Farmacéutico, Ingeniero Químico, Microbiólogo o afines.

Tres (3) años en el área de análisis de laboratorio y/o control de Calidad

- ✓ Analista de Laboratorio II: Tecnólogo Químico o en Minas, Técnico ó Auxiliar de Laboratorio.

Esta persona debe pasar por un período de formación técnica dentro de la empresa durante mínimo de un (1) mes.

- ✓ Preparador de muestras: Técnico en Minas, Técnico en laboratorio ó Bachiller entrenado en SGS Colombia S.A.

Un (1) mes de entrenamiento Teórico-Práctico en la Compañía, en el área de preparación de muestras

En el Anexo 3-3 los Job Description de SGS Colombia para los cargos involucrados en la operación del laboratorio, contemplando las modificaciones que se busca implementar.

3.2.4.4. *Análisis disponibilidad de recurso humano en la zona de influencia.*

El área de influencia del proyecto Puerto Drummond se focaliza directamente en Ciénaga y Santa Marta, Magdalena. Por tanto, se da prelación al personal técnico y profesional oriundo de estas poblaciones, dada la cercanía con el Puerto y en atención a las campañas de responsabilidad social de la empresa minera, las cuales tienen como premisa la generación de empleo a personal local.

En el Municipio de Ciénaga existen instituciones de capacitación y formación técnica que ofrecen programas cuyo campo de acción es fácilmente aplicable con los requisitos de la

empresa SGS Colombia en cuanto al personal operativo y técnico. Este es el caso del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA y el Instituto de Formación Técnica Profesional INFOTEP.

De igual manera, la ciudad de Santa Marta, capital del Departamento del Magdalena, cuando con una amplia oferta educativa para técnicos, tecnólogos y profesionales. Existiendo instituciones como:

Corporación de Estudios Técnicos Ocupacional Sistematizada CETECOS

Corporación Educativa del Caribe CEDELCA

Corporación Formar de la Costa

Corporación Técnica del Magdalena COTEMAG

Universidad del Magdalena

Universidad Antonio Nariño

Universidad Cooperativa de Colombia

Universidad Sergio Arboleda.

Adicionalmente, se debe considerar también la disponibilidad de profesionales samarios que han salido a estudiar otras ciudades y retornan buscando oportunidades laborales en su ciudad natal y la alta oferta de mano de obra calificada y no calificada que se concentra en Barranquilla, principal ciudad de la costa Caribe colombiana.

Atendiendo las consideraciones anteriores, se puede inferir que los procesos de reclutamiento de personal, según los criterios y perfiles definidos, arrojarán los resultados esperados.

3.3 ETAPA 3. ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO

Esta sección busca determinar los aspectos económicos del proyecto, que incluyen la cuantificación del monto de los recursos económicos necesarios para las inversiones requeridas, la proyección del costo y gasto total de la operación, la proyección de los ingresos asociados al proyectos, y otros datos e indicadores necesarios para la evaluación económica.

3.3.1 Cuantificación de la inversión requerida

El estudio económico – financiero del proyecto inicia con la cuantificación de la inversión inicial a partir de las determinaciones del estudio técnico previamente presentado.

La inversión se divide en seis grupos, como se muestra en las tablas 3-4 a 3-9. Los costos relacionados por cada uno de los ítems son tomados del módulo correspondiente a compras del SYSBUD, sistema para el control administrativo y presupuestal de SGS Colombia S.A.S. Para ítems no encontrados en la base de datos de dicho sistema, se solicitaron cotizaciones a proveedores autorizados por SGS Colombia S.A.S.

Tabla 3-4 Inversión en equipos de cómputo. Elaboración propia.

1.EQUIPOS DE CÓMPUTO				
Computadores	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
Computador	2	Un	\$ 2.482.340,00	\$ 4.964.680,00
Impresora de Zebra	1	Un	\$ 3.201.000,00	\$ 3.201.000,00
Lector Código de Barras	1	Un	\$ 614.580,00	\$ 614.580,00
Regulador de Voltaje	2	Un	\$ 387.000,00	\$ 774.000,00
Total				\$ 9.554.260,00

Tabla 3-5 Inversión en maquinaria y equipos. Elaboración propia.

2. MAQUINARIA Y EQUIPOS				
Maquinaria y Equipos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
Balanza para ADL	1	Un	\$ 6.750.000,00	\$ 6.750.000,00
Homogenizador	1	Un	\$ 9.218.500,00	\$ 9.218.500,00
Balanza Analítica	1	Un	\$ 14.985.000,00	\$ 14.985.000,00
Estufa Preiser Z91-1632-01	1	Un	\$ 2.330.000,00	\$ 2.330.000,00
Estufa Carbolite MFS	1	Un	\$ 1.004.000,00	\$ 1.004.000,00
Calorímetro AC 500	1	Un	\$ 53.801.123,00	\$ 53.801.123,00
Estacion de llenado de bomba (manómetro y estante metálico)	1	Un	\$ 3.916.000,00	\$ 3.916.000,00
Molino Holmes 401 XL	2	Un	\$ 6.197.000,00	\$ 12.394.000,00
Bomba Calorimétrica	2	Un	\$ 9.900.000,00	\$ 19.800.000,00
Baldes metálicos	2	Un	\$ 914.000,00	\$ 1.828.000,00
Total				\$ 126.026.623,00

Tabla 3-6 Inversión en adecuaciones locativas y de infraestructura. Elaboración propia.

3. ADECUACIONES LOCATIVAS

Adecuaciones locativas	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
Adecuaciones área de Preparación	1	Gl	\$ 53.267.200,00	\$ 53.267.200,00
Adecuaciones área de Análisis	1	Gl	\$ 19.720.000,00	\$ 19.720.000,00
Adecuaciones área equipos adicionales	1	Gl	\$ 7.450.000,00	\$ 7.450.000,00
Total				\$ 80.437.200,00

Tabla 3-7 Inversión en muebles y enseres. Elaboración propia.

4. MUEBLES Y ENSERES

Muebles y enseres	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
Mesa	1	Un	\$ 265.420,00	\$ 265.420,00
Escritorio	2	Un	\$ 349.990,00	\$ 699.980,00
Mesón de laboratorio	1	Un	\$ 1.849.000,00	\$ 1.849.000,00
Mesa anti vibraciones	2	Un	\$ 5.480.000,00	\$ 10.960.000,00
Total				\$ 13.774.400,00

Tabla 3-8 Inversión en instrumentos, herramientas y otros consumibles. Elaboración propia.

5. INSTRUMENTOS, HERRAMIENTAS Y OTROS CONSUMIBLES

Herramientas	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
Espátula tipo rastrillo	1	Un	\$ 21.600,00	\$ 21.600,00
Espátula	1	Un	\$ 21.600,00	\$ 21.600,00
Bandejas para crisoles	1	Un	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Desecador para crisoles	1	Un	\$ 848.400,00	\$ 848.400,00
Pinzas para bomba calorimétrica	1	Un	\$ 32.400,00	\$ 32.400,00
Agitador Magnético	1	Un	\$ 1.287.900,00	\$ 1.287.900,00
Matraz Volumétrico	1	Un	\$ 41.500,00	\$ 41.500,00
Crisoles de Vidrio	20	Un	\$ 68.598,00	\$ 1.371.960,00
Crisoles coors (x 36 unidades)	1	Paq	\$ 125.000,00	\$ 125.000,00
Tapas para crisoles	25	Un	\$ 18.600,00	\$ 465.000,00
Bandejas para ADL	50	Un	\$ 21.000,00	\$ 1.050.000,00
Selladora	1	Un	\$ 235.862,00	\$ 235.862,00
Termómetro calibrado	2	Un	\$ 162.300,00	\$ 324.600,00
Anemómetro	2	Un	\$ 492.000,00	\$ 984.000,00
Desecador	2	Un	\$ 1.016.000,00	\$ 2.032.000,00
Total				\$ 8.886.822,00

Tabla 3-9 Inversión requerida para el trámite de acreditación ante la ONAC. Elaboración propia

6. TRÁMITE DE ACREDITACIÓN

Herramientas	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
Trámite y auditoría de acreditación ONAC	1	Un	\$ 3.296.000,00	\$ 3.296.000,00
Total				\$ 3.296.000,00

Teniendo en cuenta lo anterior, se resume el total de la inversión requerida en la tabla 3-10:

Tabla 3-10 Resumen de la inversión proyectada. Elaboración propia.

RESUMEN INVERSIÓN PROYECTADA

Inversión requerida	Cant.	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
1. EQUIPOS DE CÓMPUTO	1	Gl	\$ 9.554.260,00	\$ 9.554.260,00
2. MAQUINARIA Y EQUIPOS	1	Gl	\$126.026.623,00	\$ 126.026.623,00
3. ADECUACIONES LOCATIVAS	1	Gl	\$ 80.437.200,00	\$ 80.437.200,00
4. MUEBLES Y ENSERES	1	Gl	\$ 13.774.400,00	\$ 13.774.400,00
5. INSTRUMENTOS, HERRAMIENTAS Y OTROS CONSUMIBLES	1	Gl	\$ 8.886.822,00	\$ 8.886.822,00
6. TRÁMITE DE ACREDITACIÓN	1	Gl	\$ 3.296.000,00	\$ 3.296.000,00
Total				\$ 241.975.305,00

El monto a invertir en *Adecuaciones Locativas* será asumido por Drummond Ltd., tal como se establece contractualmente, siempre y cuando éstas hayan sido presentadas y autorizadas. En este caso, se asumirá que se cuenta con dichas aprobaciones. En la tabla 3-11 se presenta la inversión contemplada para el análisis económico del proyecto.

El valor del *trámite de la acreditación*, presentado en la tabla 3-10, corresponde a una extensión de la acreditación del laboratorio central de Minerals Services que se encuentra ubicado en Barranquilla. En este caso, se realizaría una ampliación del alcance de la acreditación actual donde se incluiría el laboratorio ubicado en las instalaciones del Puerto de Cargue de Carbón, lo que representaría un valor adicional al costo real de acreditación reflejado en días que duraría la auditoría en las instalaciones del laboratorio que se proyecta incluir en la acreditación actual.

Tabla 3-11 Inversión inicial cargada al proyecto. Elaboración propia.

RESUMEN INVERSIÓN PROYECTADA

Inversión requerida	Cant.	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
1. EQUIPOS DE CÓMPUTO	1	Gl	\$ 9.554.260,00	\$ 9.554.260,00
2. MAQUINARIA Y EQUIPOS	1	Gl	\$126.026.623,00	\$ 126.026.623,00
4. MUEBLES Y ENSERES	1	Gl	\$ 13.774.400,00	\$ 13.774.400,00
5. INSTRUMENTOS, HERRAMIENTAS Y OTROS CONSUMIBLES	1	Gl	\$ 8.886.822,00	\$ 8.886.822,00
6. TRÁMITE DE ACREDITACIÓN	1	Gl	\$ 3.296.000,00	\$ 3.296.000,00
Total				\$ 164.834.105,00

A partir de los datos presentados, se calcula un monto total de inversiones de \$164.834.105,00. En el momento en que el proyecto de acreditación del laboratorio de control de calidad del carbón de Drummond Ltd. sea aprobado, estos recursos serán presupuestados por la compañía SGS Colombia S.A.S. con destinación específica a este proyecto.

3.3.2 Análisis y proyección de ingresos.

Para llevar a cabo la evaluación económica, es necesario proyectar los ingresos que se generarán a partir de la ejecución del proyecto. En este caso, la proyección de ingresos se realizará con base en los ingresos reales por concepto de análisis ASTM próximos cortos. Actualmente, este tipo de pruebas son realizadas en el Laboratorio Central de Minerales ubicado en Barranquilla, sin embargo, la materialización del proyecto en referencia conlleva el traslado de estas operaciones al Laboratorio en el Puerto de Drummond. Por tanto, los ingresos que se generados por este concepto y que actualmente son gestados en el laboratorio de Barranquilla, pasarán a ser los ingresos del proyecto que se presente implementar.

La remuneración por los servicios prestados depende del volumen de carbón analizado y las tarifas establecidas contractualmente. Estas tarifas con indexadas anualmente con el IPC.

A continuación, en la tabla 3-12, se relacionan los ingresos por concepto de realización de análisis próximos cortos durante los últimos tres años de operación:

Tabla 3-12 Ingresos reales por Análisis ASTM Próximos cortos. Elaboración propia.

1. INGRESOS POR ANÁLISIS ASTM / ISO ANÁLISIS PRÓXIMOS CORTOS

MES / AÑO	2014	2015	2016
Enero	\$ 22.548.033,00	\$ 48.087.955,00	\$ 35.398.619,20
Febrero	-	\$ 47.120.058,00	\$ 42.486.695,61
Marzo	-	\$ 44.354.133,00	\$ 38.798.955,37
Abril	\$ 41.887.153,00	\$ 38.482.497,00	\$ 36.443.342,57
Mayo	\$ 65.958.918,00	\$ 40.896.273,00	\$ 37.858.071,22
Junio	\$ 59.687.350,00	\$ 34.255.972,00	\$ 35.924.113,03
Julio	\$ 65.010.061,00	\$ 37.821.946,00	\$ 37.366.373,51
Agosto	\$ 56.001.696,00	\$ 30.970.769,34	\$ 37.163.282,81
Septiembre	\$ 68.587.410,00	\$ 44.973.200,72	\$ 36.937.880,98
Octubre	\$ 58.109.654,00	\$ 49.994.136,08	\$ 38.914.341,20
Noviembre	\$ 65.891.144,00	\$ 50.207.596,00	\$ 46.155.830,00
Diciembre	\$ 72.419.001,00	\$ 41.213.163,00	\$ 43.681.779,92
Total	\$ 576.100.420,00	\$ 508.377.699,14	\$ 467.129.285,42

A fin de abordar la proyección de ingresos futuros, se presenta un análisis inicial sobre los ingresos históricos presentados en la tabla 3-12, a saber:

Como primera medida, se resalta que existe una notable variabilidad mes a mes en los datos resultantes, sin embargo, los datos analizados no permiten concluir que existan tendencias de estacionalidad. Ahora bien, se evidencia una tendencia decreciente en los ingresos anuales, situación que, a primera vista, puede ser preocupante y crear confusión a la hora de proyectar valores futuros.

A fin de abordar con más profundidad la tendencia descrita, se procederá a analizar el contexto de cada uno de los años, a fin de buscar fundamentos que permitan llegar a juicios concluyentes.

En el año 2014 hubo un acontecimiento de gran relevancia para la empresa Drummond Ltd. La resolución 001 del 8 de enero de 2014, expedida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, determinó que a partir de la fecha no se le aceptaría a ninguna empresa y, en el caso concreto de la American Port Company, del grupo Drummond, embarcar carbón a través de barcazas y sólo le permitiría reanudar la operación cuando implementaron el sistema de cargue directo, es decir, por intermedio de banda transportadora. En virtud de lo dispuesto, la autoridad retiró de manera inmediata la licencia de operación a la empresa minera.

Lo anterior llevó a Drummond Ltd. a una forzosa inmersión e inversión en cambio de infraestructura para establecer cargue directo a los buques. Como era de esperarse, esto afectó significativamente la operación, que se detuvo durante un tiempo y luego se reanudó con las restricciones del caso, tal como se ve reflejado en los ingresos obtenidos. Como consecuencia, el ingreso percibido en Enero fue considerablemente bajo, en comparación con otros meses, y los Febrero y Marzo llegaron a cero. Esta situación vició el resultado anual y hace totalmente inconveniente su uso para realizar pronósticos confiables. Se aclara que este desafortunado suceso obedeció a factores externos de difícil previsión.

Luego, el año 2015 fue período de transición entre ambas modalidades de cargue. La instalación de los cargadores directos permitió un flujo de carbón mucho más rápido, por consiguiente, se logró en una reducción de tiempo de cargue del buque y un aumento de los volúmenes de exportación.

Por su parte, SGS Colombia S.A.S. también se vio obligado a cambiar sus procedimientos de operación, como efecto de la nueva modalidad de cargue. Si bien, anteriormente se muestreaban lotes de 3.000 Toneladas, con el flujo automatizado a través de banda, en Marzo de 2015 se empezaron a muestrear lotes de 10.000 Toneladas. Este cambio explica la disminución en los ingresos entre los años 2014 y 2015, ya que, así se mantuvieran los volúmenes de carbón exportado, los tonelajes muestreados fueron mucho menores.

Aunado a lo anterior, en los meses Agosto y Septiembre del mismo hubo paro de trenes transportadores de carbón, situación que mermó un poco la operación, reflejando ingresos menores al promedio mensual.

Con fundamento en lo antes expuesto, se puede afirmar que los resultados obtenidos durante el 2015 no reflejan la realidad, ya que se vio afectado por las modalidades de carga alternadas, la introducción del nuevo método de banda transportadora requirió de un proceso de implementación y ajuste que perturbó los ritmos de cargue y restricciones en el transporte de carbón.

Finalmente, en el año 2016 se continuó la operación de cargue por medio de banda transportadora. Al inicio de este año ya se había eliminado por completo la modalidad de barcazas y la nueva modalidad operaba a buena marcha. No obstante, SGS Colombia volvió

a sufrir una disminución de ingresos que se atribuyó aún a la disminución tonelaje muestreado, dado el cambio en los lotes de muestreo.

Con el fin de aclarar un poco más la perspectiva, se recurrió al juicio del Gerente de SGS Colombia responsable del proyecto de Puerto Drummond, quien recomendó tomas como referencia únicamente el año 2016, ya que las condiciones de operación en ese período se mantienen a la fecha y en el corto o media plazo no hay ningún proyecto de cambio que incida de manera significativa en los ingresos. Adicionalmente, a la fecha, Drummond Ltd. no ha manifestado la intención de expandir su capacidad en el corto o mediano plazo, por tanto, se espera que el tonelaje muestreado se mantenga dentro de los mismos volúmenes y, por consiguiente, los ingresos esperados también se mantengan, variando únicamente con la inflación.

Así las cosas, en ausencia de datos históricos que puedan ser reflejados en resultados futuros, se procederá a proyectar los ingresos futuros con base únicamente en los datos del año 2016, el cual asciende a \$ 467.129.285,42. Cabe aclarar que estos ingresos corresponden a la diferencia entre los ingresos actuales del Laboratorio en Puerto y los que percibiría una vez dada la acreditación.

3.3.3 Costos y gastos de la operación

Los costos y gastos de la operación son aquellos incurridos, de manera directa, para la ejecución de las actividades por las cuales el proyecto obtiene sus ingresos. (Presidencia de la República de Colombia, 1993). En este caso, comprende los siguientes grupos de costos:

3.3.3.1 *Costos de personal*

De acuerdo con lo mencionado en la sección 3.2.4, se hace necesario aumentar la estructura organizacional del laboratorio para la acreditación, con la finalidad de poder atender las actividades ligadas a los análisis próximos certificables. El requerimiento de personal adicional sería:

- Analista de Laboratorio (1 personas por turno – 3 personas en total).
- Preparador de muestras (1 personas por turno – 3 personas en total).
- Supervisor de Laboratorio (1 persona en turno 5x2).

Los salarios establecidos por la compañía para los cargos se detallan en la tabla 3-13, donde se puede observar el salario básico y lo que se conoce como compensación por horas extras o novedades de nómina, toda vez que por el tipo de operación que maneja el proyecto, donde las actividades son 24 horas los siete días de la semana, se establecieron turnos rotatorios para que permitieran desarrollar las actividades con normalidad.

Como se mostró en la tabla 3-4, el personal de la operación labora en turnos rotativos diurnos y nocturnos, lo que conlleva a la generación de horas extras, recargos nocturnos, horas dominicales y horas festivas. Estas novedades de nómina deben ser compensadas en el salario de acuerdo a lo establecido por el Código Sustantivo del Trabajo de Colombia. Por lo anterior, el costo de novedades de nómina es tenido en cuenta en la relación de costos de personal. Los valores que muestra la tabla 3-13 son valores promedio que ha establecido la empresa de acuerdo al comportamiento de la proporción de cada cargo en los últimos seis meses.

Otro aspecto que interviene en la estimación de costos de personal son las Prestaciones Sociales y Seguridad Social, donde se incluye Aportes de Salud, Pensión, Cesantías, Intereses de Cesantías, Vacaciones y Prima de Servicios entre otros. Para el cálculo de ello se tiene en cuenta un Factor Prestacional del 46,2% del salario (sumatoria de los porcentajes individuales de cada uno de los ítems) para poder cubrir los rubros de las prestaciones sociales y seguridad social.

Tabla 3-13 Salarios personal requerido. Elaboración propia.

Cargo	Salario	Overtime (Promedio)	Factor prestacional	Prestaciones sociales	Total
Analista de Laboratorio	\$ 1.070.000,00	\$ 450.000,00	46,2%	\$702.240,00	\$2.222.240,00
Preparador de muestras	\$ 800.000,00	\$ 600.000,00	46,2%	\$646.800,00	\$2.046.800,00
Supervisor de Laboratorio	\$ 1.800.000,00	\$ 500.000,00	46,2%	\$1.062.600,00	\$3.362.600,00

Para los costos de personal se tienen algunas consideraciones. La primera de ellas es que, teniendo en cuenta que el proyecto generaría un incremento en las actividades de la operación, las personas que vayan a desempeñar los nuevos cargos deberán ser contratadas través de una empresa de servicios temporales como trabajadores en misión. La empresa de

servicios temporales es aquella que contrata la prestación de servicios con terceros beneficiarios para colaborar temporalmente en el desarrollo de sus actividades, mediante la labor desarrollada por personas naturales, contratadas directamente por la empresa de servicios temporales, la cual tiene con respecto de éstas el carácter de empleador. (Congreso de Colombia, 1990)

La mencionada empresa realiza el proceso de selección y contratación del personal, razón por la cual el costo de adquisición no es tenido en cuenta dentro de ésta estimación de costos, debido a que por términos contractuales, el porcentaje de administración que paga SGS Colombia S.A.S. cubre este tipo de actividades.

El porcentaje de administración o comisión que factura la empresa de servicios temporales a SGS Colombia S.A.S. corresponde al 7,7% del valor total de la nómina de los empleados en misión, incluyendo los rubros de salario, novedades de nómina, aportes de seguridad social y prestaciones sociales. En la tabla 3-14 se indica el valor correspondiente por trabajador:

Tabla 3-14 Comisión empresa de servicios temporales. Elaboración propia.

Cargo	Comisión empresa de servicios temporales
Analista de Laboratorio	\$ 171.112,48
Preparador de muestras	\$ 157.603,60
Supervisor de Laboratorio	\$ 258.920,20

La segunda consideración para la estimación de costos de personal hace referencia a la alimentación y el transporte. Dadas las condiciones del proyecto y su localización, SGS Colombia S.A.S. suministra a los trabajadores las comidas y meriendas correspondientes y el servicio de ruta para movilizarse desde sus zonas de vivienda hasta el Puerto. Estos valores se obtuvieron a partir del promedio costo/persona de los últimos seis meses. Se presentan los valores correspondientes en la tabla 3-15.

Tabla 3-15 Costo suministro de alimentación y transporte. Elaboración propia.

Cargo	Alimentación	Transporte Ruta	Total Alimentación y Transporte
Analista de Laboratorio	\$ 349.600,00	\$ 60.000,00	\$ 409.600,00

Por último, la tercera consideración está dirigida a la dotación del personal. SGS Colombia S.A.S. entrega a sus trabajadores la dotación en uniformes, vestimenta especial y elementos de protección personal que sean necesarios para el desarrollo de sus labores. En la tabla 3-16 se pueden observar estos costos:

Tabla 3-16 Costo de dotación y elementos de protección personal por cargo. Elaboración propia.

Cargo	Botas			Camisa		
	Cant.	Valor Unit.	Valor Total	Cant.	Valor Unit.	Valor Total
Analista de Laboratorio	1	\$ 138.000,00	\$ 138.000,00	3	\$ 20.593,00	\$ 61.779,00
Preparador de muestras	1	\$ 85.316,00	\$ 85.316,00	2	\$ 20.593,00	\$ 41.186,00
Supervisor de Laboratorio	1	\$ 138.000,00	\$ 138.000,00	3	\$ 20.593,00	\$ 61.779,00

Cargo	Overol			Jeans		
	Cant.	Valor Unit.	Valor Total	Cant.	Valor Unit.	Valor Total
Analista de Laboratorio	0	\$ 51.550,00	\$ -	3	\$ 19.900,00	\$ 59.700,00
Preparador de muestras	3	\$ 51.550,00	\$ 154.650,00	2	\$ 19.900,00	\$ 39.800,00
Supervisor de Laboratorio	0	\$ 51.550,00	\$ -	3	\$ 19.900,00	\$ 59.700,00

Cargo	Batas			EPP		
	Cant.	Valor Unit.	Valor Total	Cant.	Valor Unit.	Valor Total
Analista de Laboratorio	2	\$ 24.000,00	\$ 48.000,00	1	\$ 29.387,00	\$ 29.387,00
Preparador de muestras	0	\$ 24.000,00	\$ -	1	\$ 123.487,00	\$ 123.487,00
Supervisor de Laboratorio	2	\$ 24.000,00	\$ 48.000,00	1	\$ 29.387,00	\$ 29.387,00

A continuación, en la tabla 3-17, se presenta el costo total de dotación y EPP de los trabajadores que ingresarán en virtud de la acreditación del laboratorio:

Tabla 3-17 Costo total anual dotación y EPP. Elaboración propia

Cargo	Cant.	Total dotación por trabajador	Total dotación	Total dotación / año	Periodicidad
Analista de Laboratorio	3	\$ 336.866,00	\$ 1.010.598,00	\$ 3.031.794,00	3 veces al año
Preparador de muestras	3	\$ 444.439,00	\$ 1.333.317,00	\$ 3.999.951,00	3 veces al año
Supervisor de Laboratorio	1	\$ 336.866,00	\$ 336.866,00	\$ 1.010.598,00	3 veces al año

Cargo	Total dotación / equivalente mes
Analista de Laboratorio	\$ 252.649,50
Preparador de muestras	\$ 333.329,25
Supervisor de Laboratorio	\$ 84.216,50

En este orden de ideas, en la tabla 3-18 se resumen el costo mensual total del personal adicionado para el proyecto:

Tabla 3-18 Costo de personal mensual. Elaboración propia.

1. PERSONAL						
Cargo	Cant	Salario + Overtime + prestaciones	Empresa servicios temporales	Alimentación + transporte	Dotación / EPP	Total mensual
Analista de Laboratorio	3	\$ 2.222.240,00	\$ 171.112,48	\$ 409.600,00	\$ 252.649,50	\$9.166.805,94
Preparador de muestras	3	\$ 2.046.800,00	\$ 157.603,60	\$ 409.600,00	\$ 333.329,25	\$8.841.998,55
Supervisor de Laboratorio	1	\$ 3.362.600,00	\$ 258.920,20	\$ 409.600,00	\$ 84.216,50	\$4.115.336,70
Total						\$22.124.141,19

3.3.3.2 Costo de consumibles

Para la operación del laboratorio se utilizan varios productos para recibir, preparar, analizar y almacenar las muestras de carbón, a estos productos se le denominan consumibles debido a que es necesario y rutinario su empleo para poder llevar a cabo las actividades antes mencionadas.

- ✓ Reactivos e insumos se utilizan para calibración y verificación de los equipos, con el objetivo que estén en óptimas condiciones para el procesamiento de las muestras durante los ensayos.
- ✓ Gases industriales como el oxígeno para llevar a cabo los análisis del carbón, como es la determinación del Poder Calorífico y la determinación del contenido de Azufre.
- ✓ Consumibles como las bolsas son para la recepción, identificación y posterior almacenamientos de muestras residuales (para efectos de verificación del análisis).

Los anteriores consumibles fueron tenidos en cuenta en la estimación de los costos toda vez que representan un valor mensual relevante para la operación. Su estimación tomó como referencia el promedio de cada elemento durante los tres últimos meses de operación en el laboratorio central de Barranquilla, que actualmente ejecuta los análisis próximos costos. Dicho análisis se muestran la tabla 3-19:

Tabla 3-19 Costo mensual consumibles 2016. Elaboración propia.

2. CONSUMIBLES						
Grupo consumibles	Cant.	Un.	Datos reales Laboratorio Central			Promedio
			Consumo Ene 2017	Consumo Feb 2017	Consumo Mar 2017	
Reactivos e insumos	1	Gl	\$ 2.400.000,00	\$ 1.500.000,00	\$ 2.600.000,00	\$ 2.166.666,67
Gases Industriales	1	Gl	\$ 648.000,00	\$ 472.000,00	\$ 770.000,00	\$ 630.000,00
Bolsas	1	Gl	\$ 717.000,00	\$ 424.000,00	\$ 708.000,00	\$ 616.333,33
Total			\$ 3.765.000,00	\$ 2.396.000,00	\$ 4.078.000,00	\$ 3.413.000,00

3.3.3.3 Costos de Mantenimiento

Para la estimación de los costos de mantenimiento se consideraron las proyecciones anuales de actividades de mantenimiento preventivo, de acuerdo al plan de mantenimiento y los costos asociados a los contratos establecidos con los proveedores de estos servicios. De entrar en ejecución el proyecto, a dichos contratos se les ampliaría el alcance, adicionando los equipos que se adquirirán para la ejecución de los análisis próximos cortos. Los valores anuales se reflejaron en valores mensuales de acuerdo a provisiones de costos para cuando se reciba el servicio en el laboratorio. Este costo es presentado en la tabla 3-20.

Tabla 3-20 Costo de mantenimiento mensual

3. MANTENIMIENTO

Concepto Mantenimiento	Cant.	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
Mantenimiento equipos - Proveedor US Biosolutions Colombia S.A.S.	3	Día/hombre	\$ 2.037.280,00	\$ 6.111.840,00
Mantenimiento UPS	1	Gl	\$ 80.500,00	\$ 80.500,00
Calibración y Mantenimiento Balanzas	1	Gl	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00
Rectificación bomba calorimétrica - Envío a casa matriz en E.U.	1	Gl	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00

Concepto Mantenimiento	Valor Total	Period.	Total / año	Total mes
Mantenimiento equipos - Proveedor US Biosolutions Colombia S.A.S.	\$6.111.840,00	1 vez al año	\$6.111.840,00	\$509.320,00
Mantenimiento UPS	\$80.500,00	4 veces al año	\$322.000,00	\$26.833,33
Calibración y Mantenimiento Balanzas	\$180.000,00	1 vez al año	\$180.000,00	\$15.000,00
Rectificación bomba calorimétrica - Envío a casa matriz en E.U.	\$6.000.000,00	1,5 veces al año	\$9.000.000,00	\$750.000,00
Total				\$1.301.153,33

3.3.3.4 Costos de Formación y desarrollo

Al personal que ingresará en virtud del proyecto se le debe realizar un proceso de incorporación a la compañía y entrenamiento en sus actividades a realizar hasta llegar a un punto de adaptación donde cada persona cuente con las competencias requeridas para laborar sin acompañamiento, lo anterior conlleva a otro costo a tener en cuenta y es el de formación y desarrollo.

Para su estimación y proyección, éste debe contarse con un servicio de formación técnica, teniendo en cuenta que existe un servicio de Formación dentro de la estructura y portafolio de SGS Colombia S.A.S., el cual cuenta con un Especialista Técnico en Laboratorio y Operaciones Mineras, esta persona sería la encargada de la formación técnica del personal entrante. El valor del servicio es menor que si fuese un cliente externo y el pago se realiza a través de un traslado de dinero de un centro de costos a otro. En la tabla 3-21 se presenta el costo estimado para esta labor:

Tabla 3-21 Costo de formación y desarrollo anual. Elaboración propia.

4. FORMACIÓN Y DESARROLLO

Concepto	Cantidad	Unidad	Valor Total	Periodicidad
Servicio de formación y desarrollo interno	1	Gl	\$ 2.000.000,00	1 vez al año

3.3.3.5 Gastos operacionales de administración y ventas

Los gastos operacionales de administración y ventas son directamente relacionados con la gestión administrativa encaminada a la dirección, planeación, organización de las políticas establecidas para el desarrollo de la actividad operativa del proyecto, o incluyendo básicamente las incurridas en las áreas ejecutiva, financiera, comercial, legal y administrativa. Se clasifican bajo el grupo, conceptos tales como honorarios, impuestos, arrendamientos y alquileres, contribuciones y afiliaciones, seguros, servicios y provisiones. (Presidencia de la República de Colombia, 1993).

Para la proyección de los gastos operacionales de administración y ventas imputados al proyecto, se acudió a los registros contables del proyecto Puerto Drummond, encontrando los datos presentados en la tabla 3-22 para los últimos seis meses:

Tabla 3-22 Gastos mensuales reales de Administración y Ventas. Elaboración propia.

GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y VENTAS

Oct-16	Nov-16	Dic-16	Ene-17	Feb-17	Mar-17
\$ 7.965.000,00	\$ 12.321.000,00	\$ 12.351.000,00	\$ 12.730.000,00	\$ 12.041.000,00	\$ 14.918.000,00

Para efectos contables, el proyecto Puerto Drummond, ejecutado por SGS Colombia S.A.S., está dividido en cinco centros de costo, como se muestra en la Figura 3.6:

Código	Departamento
2041	DRUMMOND LABORATORIO
2042	DRUMMOND DRAFT
2043	DRUMMOND MUESTREO
2044	DRUMMOND OUTSOURCING
2045	DRUMMOND MANPOWER

Figura 3-6 Centros de costos proyecto SGS – Drummond. Tomado de SYSBUD - SGS Colombia S.A.S.

Cada uno de dichos centros registra la información contable y presupuestal correspondientes a las diferentes áreas o grupos de actividades del proyecto, como se resume en el cuadro 3.5:

Cuadro 3.7 Resumen centro de costo proyecto Puerto Drummond Ltd.

Código	Nombre sistema	Descripción actividad
2041	Drummond Laboratorio	Análisis Laboratorio Central de Minerales Barranquilla.
2042	Drummond Draft	Actividad de Inspectores Marinos
2043	Drummond Muestreo	Administración del sistema de muestreo
2044	Drummond Outsourcing	Análisis Laboratorio en Puerto Drummond.
2045	Drummond Manpower	Análisis especiales y otras actividades requeridas.

Atendiendo lo anterior, los gastos de administración y ventas totales son asignados en porcentajes iguales a cada uno de los centros de costos. Es decir, actualmente el 2044: Drummond Outsourcing, que registra los ingresos, costos y gastos del Laboratorio en Puerto, asume el 20% de los costos totales por este concepto. Si se materializara el proyecto, entraría a asumir un porcentaje adicional del 20%, ya que los análisis próximos cortos, que son los realizados por el Laboratorio en Barranquilla, se trasladarían al Puerto.

En este sentido, para la proyección de costos del análisis que realizará, se toma como base un valor promedio, equivalente al 20% del total de los costos de administración y ventas incurridos en los últimos seis meses, indicados en la Tabla 3-23.

Tabla 3-23 Gastos mensuales reales de Administración y Ventas cargados al proyecto. Elaboración propia.

Oct-16	Nov-16	Dic-16	Ene-17	Feb-17	Mar-17
\$1.593.000,00	\$2.464.200,00	\$2.470.200,00	\$2.546.000,00	\$2.408.200,00	\$2.983.600,00

	Valor Promedio Mensual
Gastos operacionales de Administración y Ventas	\$ 12.054.333,33
Porcentaje cargado al centro de costos LABORATORIO PUERTO DRUMMOND (20%)	\$ 2.410.866,67

3.3.4 Ahorros generados con el proyecto

La acreditación del laboratorio de control de calidad del carbón de Puerto Drummond Ltd. para la realización de los análisis próximos costos trae consigo una serie de ahorros en costos actualmente incurridos por la empresa SGS Colombia S.A.S. A continuación son analizados.

3.3.4.1 *Transporte de muestras Puerto – Barranquilla*

Actualmente uno de los mayores costos de operación que tiene el laboratorio es el envío de las muestras que serán analizadas en el Laboratorio de Barraquilla. La frecuencia de envío es dos veces en el día y se ha presentado algunos casos donde han sido tres veces. El costo se calcula en función del peso de las muestras.

Este costo se vería fuertemente minimizado si sólo se envía las muestras para análisis especiales ocasionales que se efectúan en el laboratorio de Barranquilla en ocasiones que el cliente lo solicite, ya que la frecuencia se reduciría en gran proporción y, además, la cantidad de muestra enviada sería mucho menor a la que se transporta actualmente entre los laboratorios.

3.3.4.2 *Disposición final material de desecho*

Por regulación ambiental, los desechos generados de todas las actividades industriales deben tener una adecuada disposición final. Para el caso del carbón, una vez analizada la muestra hay una alta cantidad de material que no es utilizado y que queda en su estado natural (no interviene en los análisis) este material de igual forma debe ser dispuesto. En acuerdo con el cliente Drummond Ltd., se estableció que todo material sobrante debe retornar a las instalaciones del puerto (aproximadamente dos toneladas de carbón al mes) y de ésta forma ser dispuesto por ellos en sus patios de carbón para ser incluido nuevamente en la operación.

El proyecto cuenta con un vehículo para realizar los desplazamientos Santa Marta-Barranquilla, y viceversa, para realizar la recolección del material con periodicidad semanal. Sin embargo, en ocasiones, se han realizado viajes adicionales por mayores cantidades de

material sobrante en el laboratorio de Barranquilla, al cual debe darse disposición final oportunamente.

Los gastos asociados a ésta actividad son combustibles, peajes y un porcentaje del valor del mantenimiento preventivo y correctivo del vehículo. Estos valores fueron referenciados en los últimos seis meses para estimar un valor promedio de este gasto. Esto sería un valor que se ahorraría en su totalidad debido a que los desechos generados de las muestras que se envíen para los análisis especiales no retornan a Drummond Ltd. porque se convierten en ceniza después de sus procesos de análisis, razón por la cual su disposición debe ser con un tratamiento diferente y se lleva a cabo en Barranquilla.

3.3.4.3 Energía y otros servicios

El laboratorio de Barranquilla tiene altos gastos de consumo de energía y otros servicios como el agua, aseo y alcantarillado, no obstante se estimaron los consumos asignados al área de próximos cortos de los últimos seis meses para establecer cuanto sería el ahorro en estos servicios, toda vez que, por estar el laboratorio en las instalaciones del Puerto de Drummond Ltd., estos servicios son asumidos por ellos.

3.3.4.4 Adecuaciones locativas

Otro ítem que se puede considerar como un ahorro generado por el proyecto es el de adecuaciones locativas de las instalaciones de SGS Colombia S.A.S. en Barranquilla. Dado que un área importante de este laboratorio es utilizada para la realización de análisis próximos cortos a Drummond Ltd., cuando se realizan adecuaciones locativas de cualquier tipo, parte el costo de éstas es cargado al proyecto del cliente Drummond. Las adecuaciones locativas disminuirían porque el porcentaje de utilización ya no sería igual si se implementan los análisis próximos en Puerto.

Es posible que haya otro tipo de ahorro que no se tuvieron en cuenta en éste análisis, sin embargo, los presentados son los que tienen mayor relevancia. Se consolidan en la tabla 3-23:

Tabla 3-24 Ahorro generado con la implementación del proyecto. Elaboración propia.

Concepto	Costo Oct 2016	Costo Nov 2016	Costo Dic 2016	Costo Ene 2017	Costo Feb 2017	Costo Mar 2017
Transporte de muestras	\$14.304.000,00	\$11.903.000,00	\$11.275.000,00	\$7.221.000,00	\$10.020.000,00	\$11.390.000,00
Energía	\$15.216.000,00	\$15.272.000,00	\$14.383.000,00	\$14.850.500,00	\$15.318.000,00	\$14.325.000,00
Otros servicios públicos	\$ 476.000,00	\$ 1.088.000,00	\$ 534.000,00	\$ 643.000,00	\$ 421.000,00	\$ 426.000,00
Adecuaciones locativas	\$ 704.000,00	\$ 1.708.000,00	\$ 3.283.000,00	\$ -	\$ 1.048.000,00	\$ 2.080.000,00
Disposición final material de desecho	\$ 335.000,00	\$ 791.000,00	\$ 894.000,00	\$ 381.000,00	\$ 846.000,00	\$ 541.000,00

Concepto	Costo Promedio mensual	Proyección mensual	Ahorro mensual
Transporte de muestras	\$ 11.018.833,33	\$ 3.305.650,00	\$ 7.713.183,33
Energía	\$ 14.894.083,33	\$ 2.978.816,67	\$ 11.915.266,67
Otros servicios públicos	\$ 598.000,00	\$ 119.600,00	\$ 478.400,00
Adecuaciones locativas	\$ 1.470.500,00	\$ 345.000,00	\$ 1.125.500,00
Disposición final material de desecho	\$ 631.333,33	\$ -	\$ 631.333,33
Total			\$ 21.863.683,33

3.3.5 Evaluación económica y financiera.

3.3.5.1 Principales supuestos financieros

Para la proyección y realización de la evaluación financiera fueron utilizados los siguientes supuestos económicos:

- ✓ IPC: Se maneja una indexación anual de ingresos y costos con base en el IPC. Para la proyección, se utiliza el IPC del año 2016, 5,75%
- ✓ Años contables: Corresponden a períodos de 360 días.

- ✓ **Período de evaluación:** Se evaluará el proyecto en un período de 4 años, correspondientes al plazo del contrato entre Drummond Ltd. y SGS Colombia.
- ✓ **Tasa impositiva:** Se trabaja con una tasa impositiva del 34%, que corresponde al Impuesto de renta (25%) y el impuesto sobre la renta para la equidad CREE (9%).
- ✓ **Depreciación de activos:** Para la depreciación de activos se utiliza el método de depreciación en *Línea Recta*, que supone que el activo tiene un desgaste constante y uniforme durante el tiempo de su vida útil.
- ✓ **Vida útil de los activos:** La vida útil es el período de tiempo durante el cual los activos pueden ser utilizados para la generación de ingresos. El Decreto 2019 de 1989 estableció la vida útil de los activos, clasificándolos así:
 - Inmuebles (incluidos los oleoductos): 20 años
 - Barcos, trenes, aviones, maquinaria, equipo y bienes muebles: 10 años
 - Vehículos automotores y computadores: 5 años

Si bien, con la adopción de las normas NIIF se permite a las empresas certificar una vida útil de los activos diferente a la establecida en la norma mencionada, en este caso se depreciará teniendo lo dispuesta por la norma. En este sentido, los grupos de activos se depreciarán de acuerdo con lo establecido en la tabla 3-25:

Tabla 3-25 Vida útil de activos depreciables. Elaboración propia.

Inversión en activos	Valor	Vida útil
1. EQUIPOS DE CÓMPUTO	\$ 9.554.260,00	5 años
2. MAQUINARIA Y EQUIPOS	\$ 126.026.623,00	10 años
4. MUEBLES Y ENSERES	\$ 13.774.400,00	10 años

- ✓ **Costo de capital:** La tasa de descuento utilizada para el proyecto es de 31%, que corresponde al costo de capital de la empresa SGS a nivel Global.

- ✓ Rotación de cartera: Drummond Ltd. cancela a SGS Colombia los servicios prestados durante la misma vigencia anual, por tanto, no existen cuentas por cobrar que pasen de un año a otro.
- ✓ Rotación de cuentas por pagar: SGS Colombia S.A.S. paga sus cuentas a 30 días.

3.3.5.2 Flujo de caja del proyecto

El aspecto más importante para la evaluación de un proyecto es la correcta preparación de las proyecciones financieras. Para este fin, se elaboró El flujo de caja del proyecto puro (FCPP), atendiendo las consideraciones expuestas en el numeral 3.3.5.1 y con base en los datos presentados a lo largo de la sección 3.3.5 con relación a los ingresos, costos y gastos. Se aclara que los valores incluidos en el flujo son anuales.

En la tabla 3-26, se presenta el FCPP correspondiente al proyecto que se ha desarrollado en el presente documento. El resumen de los datos que dan origen a los valores del FCPP puede ser consultado en el Anexo 3-4.

Tabla 3-26 Flujo de caja del proyecto. Elaboración propia.

	0	1	2	3	4
FLUJO DE CAJA	2017	2018	2019	2020	2021
Ingresos	493.989.219	522.393.599	552.431.231	584.196.027	
Costos de operación	(342.692.958)	(362.397.803)	(383.235.676)	(405.271.728)	
Depreciación	(15.890.954)	(15.890.954)	(15.890.954)	(15.890.954)	
Utilidad bruta	135.405.308	144.104.843	153.304.601	163.033.345	
Gastos de Administración y ventas	(30.593.898)	(32.353.047)	(34.213.347)	(36.180.615)	
Utilidad operativa	104.811.410	111.751.795	119.091.254	126.852.731	
Impuestos operativos	(35.635.879)	(37.995.610)	(40.491.026)	(43.129.928)	
UNODI	69.175.530	73.756.185	78.600.227	83.722.802	
Depreciación	15.890.954	15.890.954	15.890.954	15.890.954	
Variación de capital de trabajo	31.107.238	1.788.666	1.891.514	2.000.277	
Inversión	(161.538.105)	0	0	0	0
Flujo de caja del proyecto puro	(161.538.105)	116.173.723	91.435.805	96.382.696	101.614.033

3.3.5.3 Período de recuperación de inversión (PRI)

La inversión que se realiza en el año cero para el arranque del proyecto se recuperará en 2,45 años, es decir, entre los años 2 y 3 de operación del proyecto. Este resultado es positivo, toda vez que da seguridad al inversionista sobre el retorno de su inversión, considerando el costo del capital por ellos establecido.

Tabla 3-27 Recuperación de la inversión. Elaboración propia.

Flujo de caja del proyecto puro	(161.538.105)	116.173.723	91.435.805	96.382.696	101.614.033
Acumulado FCPP	(161.538.105)	(45.364.382)	46.071.423	142.454.119	244.068.152
Factor de descuento	31%	31%	31%	31%	31%
VP Flujo de caja del proyecto puro	(161.538.105)	88.682.231	53.281.164	42.873.129	34.503.925
Acumulado VP FCPP	(161.538.105)	(72.855.874)	(19.574.710)	23.298.419	57.802.345
Periodo de recuperación de la inversión	2,46			✓	

3.3.5.4 Valor Presente Neto (VPN)

Valor Presente Neto -VPN: Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Esto equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para producir esas ganancias, en términos de su valor equivalente en este momento o tiempo cero. (Baca Urbina, 2010)

En este caso en particular, el flujo de caja del proyecto puro permite calcular el VPN del proyecto, tomando como base los siguientes valores:

Tabla 3-28 Valores FCPP. Elaboración Propia.

	0	1	2	3	4
	2017	2018	2019	2020	2021
Flujo de caja del proyecto puro	(161.538.105)	116.173.723	91.435.805	96.382.696	101.614.033

El VPN obtenido, teniendo en cuenta la tasa de descuento del proyecto (31%), es \$57.802.345. Esto quiere decir que la rentabilidad del proyecto es superior a la tasa de oportunidad de SGS y, por tanto, el proyecto es financieramente viable.

3.3.5.5 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Tasa Interna de Retorno - TIR: Es la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. (Baca Urbina, 2010).

La TIR mide la rentabilidad de los recursos que se mantienen dentro del proyecto. Se puede decir, que representa la tasa de interés más alta que el inversionista podría pagar sin perder dinero. Tomando como base los valores del flujo de caja del proyecto puro presentados en la tabla 3-26, se calculó la TIR, obteniendo un valor de 52,46%, al ser superior a la tasa de oportunidad (31%), ratifica la viabilidad financiera del proyecto.

3.3.5.6 Relación Costo – Beneficio (C/B)

La relación costo-beneficio compara de manera directa los beneficios y los costos del proyecto. El resultado obtenido fue 1,36. En este caso, un resultado mayor que 1 indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente el proyecto es financieramente viable.

3.3.6 Análisis de resultados.

A través de la evaluación técnica-operativa se determinan los requerimientos de personal, equipos y locativos para llevar a cabo adecuadamente las actividades del proyecto, es decir, determinar en qué estado se está, lo que se requiere y si operativamente se cumpliría con los requerimientos contractuales, internos de la compañía y de la normatividad que rige ésta actividad.

Particularmente, la acreditación del laboratorio ubicado en las instalaciones de Puerto Drummond, es técnica u operativamente viable debido a que se cuenta con la capacidad locativa para ampliar las instalaciones y poder desarrollar la operación de manera eficiente. Por otro lado, los equipos que se requieren para la implementación son de fácil adquisición, es decir, ya se tiene una línea base de proveedores avalados por SGS Colombia que

suministrarían los equipos y herramientas adicionales necesarios para poner en marcha la certificación.

Desde el aspecto de la disponibilidad de personal, se cuenta con gente de la región con formación en las competencias que exige la operación. La zona de influencia del proyecto está claramente identificada con la actividad de exportación carbonífera, razón por la cual las personas deciden formarse como técnicos en operaciones mineras, tecnólogos en mina de carbón e ingenieros de minas, con el objetivo de poder tener una posibilidad de empleo con las oportunidades de trabajo que genera el entorno.

Adicional a lo anterior, SGS Colombia S.A.S. cuenta con más de 30 años desarrollando ésta operación en Puerto Drummond lo que le da una vasta experiencia a su personal para que sea fácil de replicar en los nuevos cargos.

En las generalidades técnicas se tiene un alto avance debido a que el laboratorio de Barranquilla cuenta con la acreditación de la ONAC en la Norma ISO 17025:2015, lo que le da a la compañía una posición ventajosa para lograr acreditación de otro laboratorio. Lo anterior corresponde a un vínculo técnico y de calidad que entrelazan los laboratorios de ésta compañía, es decir, desde el punto de vista global todos están regidos por las mismas directrices técnicas y de calidad, las diferencias radican en el tipo de pauta por el cual se ciñen los ensayos, mientras que el laboratorio de análisis rápidos se ajusta a procedimientos internos de la compañía que no están normalizados, el laboratorio de análisis próximos cumple los requisitos de normas técnicas internacionales.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se concluye que es técnicamente viable implementar el proyecto.

Luego, desde el punto de vista económico, se puede concluir que el proyecto es financieramente viable y la decisión a tomar, de acuerdo con los resultados obtenidos, es ejecutar el proyecto. Lo anterior se deriva de los valores favorables obtenidos con cada uno de los criterios de evaluación utilizados: i) El VPN obtenido es mayor que 1. Esto quiere decir que la rentabilidad del proyecto es superior a la tasa de oportunidad de SGS (31%) y, por tanto, el proyecto es financieramente viable; ii) La TIR resultante del análisis 52,46%, al

ser superior a la tasa de oportunidad (31%), ratifica la viabilidad financiera del proyecto; iii) La relación costo-beneficio se calculó en 1,36. En este caso, un resultado mayor que 1 avala la viabilidad del proyecto, ya que indica que los beneficios superan los costos; y iv) El período de recuperación de la inversión se estima en 2,46 años, es decir, entre los años 2 y 3 de operación del proyecto. Este resultado es positivo, toda vez que da seguridad al inversionista sobre el retorno de su inversión, considerando el costo del capital por ellos establecido.

Como se expuso en el párrafo anterior, se obtuvieron datos convenientes que, en caso de ser ejecutados de manera equivalente, excederán las expectativas de las compañías SGS Colombia S.A.S. y SGS a nivel Global. En parte, este resultado se obtiene dado que gran parte de los costos y gastos de operación se están trasladando al contratante, dándole a SGS Colombia S.A.S. la ventaja de ahorrar algunos costos y al mismo tiempo ser más oportuno en los tiempos de respuesta al cliente.

3.4 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

En este capítulo se presentó el desarrollo del proyecto, realizando una inmersión en las etapas 2 y 3 que se plantearon en la metodología definida desde el Capítulo 1.

Como primera medida, se dio paso a la evaluación técnica-operativa y financiera a través de la contextualización de aspectos tales como la revisión de las condiciones contractuales entre SGS Colombia S.A.S. y Drummond Ltd. y la situación actual de la operación relacionada con los tiempos de respuesta y entrega de resultados al cliente.

Asimismo, se planteó un marco de requerimientos técnicos y operativos abordando todas las condiciones a considerar para poder realizar una evaluación de estos aspectos, la cual generó resultados favorables. Una vez se finalizó la evaluación técnica y operativa se dio lugar a la determinación de costos y gastos de la operación y estimación de ahorros si se pusiera en marcha el proyecto, lo anterior con el objetivo de obtener los datos de entrada para realizar la evaluación financiera. Ésta última dio resultados positivos para los indicadores de

evaluación considerados: VPN, TIR, C/B y PRI, los cuales permitieron concluir que el proyecto es factible desde el punto de vista económico.

Para dar continuidad al proyecto, en el próximo capítulo presentara un plan de implementación, que sirva como guía en el momento que se decida iniciar la acreditación del laboratorio in situ.

CAPÍTULO 4

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

CAPÍTULO 4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

4.1 CONSIDERACIONES INICIALES

La elaboración del plan de implementación es de gran importancia para la consumación del proyecto. Este plan se basa en la organización sistemática del proceso de transición de la situación actual a la situación proyectada, en este caso, el alcance del laboratorio acreditado in situ. En este caso, es una gran ventaja que SGS Colombia S.A.S. tenga experiencia en acreditaciones de sus laboratorios. Actualmente se cuenta con la acreditación del laboratorio de Minerales en la ciudad de Barranquilla.

En la Etapa 2 del Capítulo 3 se realizó una revisión detallada de los requisitos que plantea la norma ISO/IEC 17025:2005. Esta revisión será la base para proponer el plan de implementación que sirva como ruta a la hora de materializar el proyecto.

El diagnóstico inicial mostró un panorama positivo para la implementación, toda vez que se está cumpliendo con alrededor del 70% de los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005. En el momento de llevar a cabo el proyecto, las labores deben ser enfocadas primordialmente en los aspectos en los que se encontraron niveles de incumplimiento, como los relacionados con el personal, instalaciones y condiciones ambientales, equipos, informes y ensayos y estimación de nivel de incertidumbre en los análisis. Este último punto se encuentra en cero, ya que, bajo las condiciones de operación actuales, los análisis realizados en el Laboratorio en Puerto, al arrojar valores de referencia, no tienen en cuenta niveles de incertidumbre.

Teniendo en cuenta lo anterior, se diseñó el plan que soportará el proceso de acreditación del Laboratorio de calidad de carbón en el Puerto de Drummond, contemplando todas las actividades requeridas para lograr dicho objetivo de manera eficaz y oportuna. En el siguiente numeral se presenta la estructura planteada, la cual se basa en los ejes desarrollados a lo largo del presente informe

4.2 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

El plan que se propone se divide en cuatro grandes etapas, en las cuales se presentan cada una de las actividades que se deben llevar a cabo frente a un proceso de acreditación en el caso particular que se analiza.

4.2.1 FASE Inicial.

En esta fase de inicio, se da un acuerdo de partes, entre la empresa contratante Drummond Ltd, quien suministra el espacio del laboratorio dentro del puerto de cargue, y la empresa contratista SGS Colombia S.A.S., quien opera el laboratorio dentro de sus funciones de muestreo y control de calidad del carbón, en donde se busca formalizar a través de un documento la realización del proyecto y establecer las responsabilidades.

4.2.2 FASE I. Definición del Estado del Laboratorio.

Esta fase será abordada en dos etapas: revisión del diagnóstico y sensibilización del equipo de trabajo.

Etapas 1 Revisión del diagnóstico: Dentro de esta etapa se encuentran las siguientes actividades.

- a. Establecer plan de acción para el cumplimiento de los requisitos de la norma 17025:2005: Para ello, se sugiere realizar listado de los aspectos técnicos de acuerdo a las prioridades y tiempo de ejecución.
- b. Ejecutar mejoras de infraestructura de acuerdo los requerimientos técnicos y necesidades de equipo para llevar a cabo los ensayos: Para esta actividad, se deben determinar responsables, alcances y tiempos entre contratante y contratista para la ejecución de los cambios de infraestructura que se van a implementar.

Por parte del contratante, se deben realizar las adecuaciones locativas. Por parte del contratista, se debe velar porque durante las modificaciones se genere un

estado final de cumplimiento a las condiciones ambientales definidas por la norma y manuales de procedimientos.

- c. Reclutamiento, Selección y Contratación del Personal: Se inicia con la entrega de perfiles de cargo a la (s) empresa (s) de reclutamiento de personal autorizadas por SGS Colombia para esta labor. Seguidamente, se procederá con la realización de entrevistas, pruebas psicotécnicas, físicas y demás actividades del proceso de selección.
- d. Cerrar brechas de conocimiento: Identificar las necesidades de formación y capacitación del personal, nuevo y antiguo, y, con base en ello, desarrollar un plan de capacitación y entrenamiento que se adecue a los lineamientos técnicos y normativos.
- e. Adquisición de equipos y materiales faltantes para laboratorio: Iniciar proceso de cotización y negociación con proveedores para la adquisición de los equipos y materiales que se requieren para la implementación del laboratorio aplicable a la Norma ISO/IEC 17025:2005.

Etapa 2 Sensibilización al equipo de trabajo, con esta segunda etapa se busca divulgar la iniciativa de la implementación, necesidades, compromisos y beneficios para la organización, para tal fin se debe realizar una reunión con el equipo de trabajo donde se haga la sensibilización sobre el proceso de acreditación y las actividades necesarias para la implementación.

4.2.3 FASE II. Estandarización y Documentación.

Esta fase busca principalmente el levantamiento de la documentación mediante las siguientes actividades:

- a. Estructurar la información necesaria para la documentación del Sistema de Gestión bajo Norma ISO/IEC 17025:2005: Para atender este requisito, se debe guardar constancia de los registros de asistencia a formación y capacitaciones sobre los requisitos normativos. Hacer continuo seguimiento a la revisión y actualización de la documentación actual que aplica a la norma. Elaboración de procedimientos,

Instructivos, guías y otros documentos del Sistema de Gestión del Laboratorio que se encuentren pendientes por desarrollar y la aprobación y divulgación de los documentos finales.

- b. Documentar actividades técnicas realizadas: Generar registros de la validación de los ensayos comenzando desde la formación, la identificación de parámetros, la asignación de recursos hasta la realización. Documentar los resultados obtenidos en la validación de ensayos.
- c. Estimación de la Incertidumbre en los ensayos: Este aspecto es de gran relevancia porque durante el diagnóstico inicial se encontró que hay que empezar desde cero, ya que actualmente no se cuenta con estimación de la incertidumbre. Por tanto, se deben llevar a cabo las siguientes actividades:
 - Identificar elementos que afectan la incertidumbre en la medición.
 - Ejecutar los ensayos para estimación de incertidumbre.
 - Generar procedimiento documentado de la estimación de la incertidumbre.
 - Revisar y validar el documento.
 - Solicitar aprobación y divulgación del documento final.
- d. Inclusión y actualización del Manual de Calidad: Actualmente los laboratorios de Minerals Services de SGS Colombia S.A.S. cuentan con un Manual de Calidad unificado. Se deberán hacer las actualizaciones al documento para que quede aplicable a la nueva implementación.

4.2.4 FASE III. Implementación del sistema.

En ésta fase se organiza la evidencia de la implementación, se le da inicio del funcionamiento del Sistema de Gestión del Laboratorio y se empiezan a generar registros de la puesta en marcha del Sistema de Gestión en el laboratorio por parte de todo el equipo de trabajo y personal involucrado.

Esta es fase es gran importancia porque a través de ella se realiza el seguimiento y la medición para determinar la eficacia y la eficiencia del sistema de gestión que se ha estado llevando a cabo o se desea implementar, atendiendo los requerimientos de la Norma ISO/IEC 17025:2005. En atención a esto, se debe atender de la siguiente manera:

- a. Se requiere hacer partícipe al contratante y a sus clientes a través de aplicación de encuestas de satisfacción o entrevistas donde confirmen su percepción ante los cambios implementados y las mejoras realizadas.
- b. Se deben revisar, diseñar o replantear indicadores de proceso que permitan establecer estado inicial, progreso y oportunidades de mejora de cada uno de los procesos donde el laboratorio interviene.
- c. Es indispensable que se efectúen las auditorías internas por parte SGS Colombia S.A.S. y, a partir de estas, realizar el levantamiento de las acciones preventivas y correctivas que se generen.
- d. Una vez se plantee el plan de acción, debe pasar a una revisión de la gerencia que permita evaluar la eficacia y eficiencia del sistema de gestión. Adicionalmente, la intervención de la Alta Gerencia permitirá garantizar que las acciones que se adopten los requisitos de la norma y finalmente cumplirlas.
- e. Por último, en ésta fase se realiza una revisión de los resultados obtenidos con posterioridad a las acciones tomadas después de las auditorías internas. Si la revisión da resultados es favorable, se procede con la solicitud ante la ONAC para que ellos realicen una auditoria de tercera parte y determinen si SGS Colombia S.A.S. está cumpliendo con la norma para ser acreditados al alcance del laboratorio de calidad en las instalaciones de Drummond Ltd, lo que constituye la meta final del proceso.

4.2.5 FASE IV. Auditoría de acreditación.

Esta fase final está direccionada a la gestión de la acreditación de los ensayos de laboratorio, su objetivo principal es la certificación de calidad para los procesos estandarizados y se deben tener en cuenta para ello que el laboratorio debe cumplir con trámites de tipo administrativo para poder recibir la auditoria, los cuales se resumen en los siguientes:

- El pago de una póliza de responsabilidad civil para el laboratorio.
- Realizar la solicitud y pago de auditoría ante un ante la ONAC.

Una vez se hayan cumplido los requisitos anteriores se procede a recibir la auditoria de acreditación. En ella se efectúa la revisión documental donde se deben encontrar evidencias objetivas de la implementación del sistema de gestión bajo la norma ISO/IEC 17025:2005. Asimismo, se verifica aplicabilidad a los procesos del laboratorio.

El resultado esperado de esta fase es que, ante la evaluación por parte del ente acreditador, el laboratorio se encuentra apto para en todos sus ensayos que se encuentren en el alcance fijado, en este caso, los análisis próximos del carbón.

De presentarse No Conformidades u Oportunidades de mejora, SGS Colombia S.A.S. debe elaborar el plan de acción para corregir o desarrollar mejoras respecto a la norma y/o los aspectos técnicos. El ente acreditador de acuerdo a la naturaleza de las No Conformidades establecerá un tiempo para evaluar la eficacia del plan de acción que debe proponer SGS Colombia S.A.S. y con base en él finalmente decide si es aplicable o no otorgar la acreditación.

En el Cuadro 4.1 se presenta la esquematización del plan propuesto.

Cuadro 4.1 Resumen Plan de Implementación. Elaboración propia.

Fase	Actividad	Descripción
Inicial	Acuerdo entre SGS y Drummond.	Establecer y documentar las responsabilidades entre las partes
Fase I. Definición del Estado del Laboratorio	Revisión del estado actual en el que se encuentra el laboratorio a partir del diagnóstico comparativo con los requisitos normativos y desarrollar los planes de trabajo para cumplir con los requisitos pendientes	Establecer plan de acción para el cumplimiento de los requisitos de la norma 17025:2005
		Ejecutar mejoras de infraestructura de acuerdo los requerimientos técnicos y necesidades de equipo para llevar a cabo los ensayos.
		Reclutamiento, Selección y Contratación del Personal
		Cerrar brechas de conocimiento
		Adquisición de Equipos y Materiales faltantes para laboratorio
Fase II. Estandarización y Documentación	Levantamiento y estructuración de la documentación del Sistema de Gestión	Divulgar iniciativa de la implementación, necesidades, compromiso y beneficios para la organización.
		Estructurar la información necesaria para la documentación del Sistema de Gestión bajo Norma ISO/IEC 17025:2005
		Documentar actividades técnicas realizadas
		Estimación de la Incertidumbre en los ensayos
Fase III. Implementación del Sistema	Evidencia de la implementación	Inclusión y actualización del Manual de Calidad
		Inicio del funcionamiento del Sistema de Gestión del Laboratorio

Fase	Actividad	Descripción
Fase IV. Auditoria de Acreditación	Gestión de la acreditación de los ensayos de laboratorio	Solicitud de auditoría del ente acreditador.
		Recepción de la auditoria.
		Evaluación de requisitos y plan de acción ante No Conformidades, Observaciones y Oportunidades de Mejora.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presentación de las conclusiones constituye la fase final del proyecto, ya que, a través de las mismas, se exponen los resultados obtenidos en relación con la situación abordada y la viabilidad evaluada, la cual ha sido desarrollada a lo largo del presente documento.

Para la presentación de los resultados y conclusiones se adoptará un esquema por objetivos, en el cual, éstos serán abordados desde cada uno de los objetivos específicos planteados en el Capítulo 1, numeral 1.4, y luego, a manera de síntesis, se conectará con el Objetivo General, fin último al que se dirigió el proyecto.

5.1 RESULTADOS POR OBJETIVO

5.1.1 Específicos

- Contextualizar la posición actual de la operación de SGS Colombia S.A.S. como empresa certificadora de la calidad del carbón de Drummond Ltd. y definir los requerimientos de funcionamiento que deben ser tenidos en cuenta en el proceso acreditación del laboratorio.

El cumplimiento de este objetivo se logró a partir de la descripción de la operación actual de SGS Colombia S.A.S. como empresa certificadora de la calidad del carbón de Drummond. Para esto, se presentó el análisis de las obligaciones y requerimientos establecidos contractualmente como base del servicio ofrecido a Drummond Ltd. Asimismo, se estudiaron los tiempos de entrega de resultados en el último año, encontrando que el cumplimiento de tiempos en la entrega de reportes certificables *próximos cortos* y certificados de calidad mes a mes estuvo por debajo de la meta, situación que justifica, en gran medida, la iniciativa presentada con el presente proyecto.

Además, se elaboró un resumen de requisitos técnicos, operativos y administrativos que constituyen la base para el estudio de viabilidad que se presenta. Estos requisitos obedecen a las obligaciones contraídas entre las partes, requerimientos técnicos internos de la empresa

SGS y requisitos específicos establecidos en la Norma ISO/IEC 17025:2005. Partiendo de esto, se realizó un diagnóstico sobre el punto en el que se encuentra la empresa actualmente y lo que falta para cumplir totalmente con las exigencias para obtener la acreditación.

- Analizar la viabilidad técnico – operativa de la acreditación del laboratorio con la finalidad de determinar los recursos y estructura necesarios para su funcionamiento.

El resultado obtenido a partir de este objetivo se constituye por el estudio técnico-operativo, mediante el cual se determinaron y evaluaron los requerimientos técnicos y operativos necesarios para la acreditación del laboratorio bajo los estándares de la compañía SGS Colombia S.A.S. y las disposiciones de la Norma ISO 17025 de 2005.

Para este fin, se determinaron los requerimientos de personal, equipos y locativos para llevar a cabo adecuadamente las actividades del proyecto bajo las condiciones propuestas, teniendo en cuenta el esquema y estructura de operación actual y lo que se requiere para materializar el proyecto.

Atendiendo lo anterior y en virtud de los resultados presentados y analizados en el capítulo 3, se determinó que para SGS Colombia S.A.S. es técnicamente viable la implementación del proyecto.

- Analizar la viabilidad económica - financiera de la acreditación del laboratorio con el propósito de cuantificar el monto de inversiones requeridas para la realización del proyecto, la proyección de los costos de la operación y beneficios económicos esperados a partir de la implementación del mismo.

En este caso, el resultado obtenido fue el análisis económico y financiero que conlleva la implementación del proyecto pretendido. Se cuantificaron, presentaron y evaluaron los costos de inversiones requeridas para el proyecto, la proyección de los costos de la operación y beneficios económicos esperados a partir de la implementación del mismo.

Con base en lo anterior, se realizó la evaluación económica, que constituye la parte final de toda la secuencia de análisis de viabilidad, a partir de la cual se concluyó que la

acreditación del laboratorio de control de calidad de la empresa SGS en las instalaciones de Drummond Ltd. es financieramente viable y, la decisión sobre su ejecución debería ser positiva.

La evaluación financiera fue analizada mediante elaboración del flujo de caja del proyecto puro y aplicación de los criterios Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Período de Recuperación de la Inversión (PRI) y Relación Costo-Beneficio (C/B). En cada caso, se obtuvieron resultados ventajosos, que avalan la decisión de implementar el proyecto.

- Analizar y cuantificar los beneficios que representaría para la empresa SGS Colombia S.A.S la acreditación del laboratorio, comparando el resultado esperados con la situación actual, con el propósito de evaluar la viabilidad de la materialización misma.

Como complemento a lo anterior, se analizaron y cuantificaron los ahorros que traerá consigo la acreditación del laboratorio in situ. Se estimó un ahorro mensual alrededor de \$21.863.683,33 mensuales, los cuales son obtenidos a partir de la disminución en rubros de transporte de muestras y materiales de desecho entre laboratorios, energía eléctrica y servicios públicos y adecuaciones locativas.

El hecho de operar in situ trae consigo muchos beneficios que podrían ser aprovechados por SGS Colombia, en aras de mejorar sus indicadores económicos y operativos.

- Diseñar un plan estratégico que facilite el proceso de acreditación del laboratorio de calidad del carbón.

Por último, se elaboró y presentó un plan estratégico para la acreditación del laboratorio de calidad del carbón, con base en los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto. Dicho plan se basa en la organización clara y sistemática del proceso de transición de la situación actual a la situación esperada.

En dicho plan se definen las etapas que deben ser logradas para lograr la acreditación del laboratorio en Puerto, iniciando con la fase de diagnóstico del estado del laboratorio, para

luego seguir con la etapa de estandarización y documentación de los procesos y operaciones, según las disposiciones de la ISO/IEC 17025:2005 y, por último, con la implementación de acciones necesarios para la implementación del sistema.

5.1.2 General

Realizar un estudio de viabilidad para la acreditación del laboratorio de control de calidad de la empresa SGS en las instalaciones de Drummond Ltd., con la finalidad de mejorar los tiempos de entrega de resultados y la satisfacción del cliente.

Finalmente, el estudio de viabilidad es el resultado macro del proyecto que se presenta en este informe. Como se ha expuesto anteriormente, dicho estudio arrojó resultados convenientes que permitieron concluir que es técnica-operativa, económica y financieramente viable acreditación del laboratorio de control de calidad de la empresa SGS en las instalaciones de Drummond Ltd.

5.2 RECOMENDACIONES

A partir de los contenidos desarrollados en el presente informe, se presentan algunas recomendaciones, con el fin de lograr un mejor desarrollo del proyecto para la acreditación del laboratorio de control de calidad de la empresa SGS en las instalaciones de Drummond Ltd.

- Como primera medida, se advierte que el presente estudio fue desarrollado teniendo en cuenta las condiciones de mercado actual, por tanto, si pasara mucho tiempo entre la elaboración del mismo y su implementación, será necesario actualizar y validar los datos e información aquí presentada.
- De igual manera, si se presentaran cambios sustanciales en la normatividad vigente o en los documentos contractuales que rigen el servicio prestado por SGS a Drummond Ltd, será necesario analizar el impacto de dichas modificaciones para precisar la necesidad de replantear el estudio realizado a partir del presente proyecto.

- En virtud de los resultados del análisis económico - financiero y las conclusiones del mismo, se recomienda a la empresa SGS Colombia S.A.S. hacer un mayor y mejor aprovechamientos de los beneficios que trae consigo el hecho de operar *in situ*, tales como ahorro en costos de energía, de mejoras de infraestructura, transportes, manipulación de material de desecho, entre otros.
- Por último, se recomienda dar aplicación al principio de enfoque al cliente, según el cual se debe propender por lograr su satisfacción total, cumplir con sus expectativas y necesidades. Para el caso particular, Drummond Ltd. ha manifestado en diversas ocasiones el interés en que todos, o por lo menos la mayoría, de los análisis que incluye el proceso de control de calidad del carbón sean realizados en el Laboratorio en Puerto. Por tanto, la implementación de este proyecto debería ser un asunto de prioridad para SGS Colombia.

5.3 LÍNEAS DE FUTURO

Algunos aspectos relevantes no contemplados por el alcance del presente proyecto y que pudieran abordarse en estudios posteriores son los siguientes:

1. Evaluación de la implementación de todos los análisis del Proyecto en el laboratorio de Puerto.

Actualmente el laboratorio *in situ* está en capacidad de procesar los *análisis rápidos* y, luego la implementación del proyecto propuesto, podrá realizar también los análisis certificables *próximos cortos*. No obstante, existen análisis especiales, ejecutados de manera ocasional por solicitud específica de los clientes, que necesariamente son efectuados en el Laboratorio Central de Minerales en Barranquilla. En este sentido, aún con la acreditación del Laboratorio en Puerto, en algunas ocasiones sería necesario trasladar muestras para su análisis.

Una futura línea de investigación sería evaluar la viabilidad de acondicionar el Laboratorio In Situ, de manera que dichos análisis especiales también puedan ser realizados allí y no depender en ningún caso del otro Laboratorio.

2. Investigación sobre nuevos servicios que pudieran ser prestados a Drummond Ltd.

Si bien, el servicio de muestreo, análisis y emisión de resultados que presta actualmente SGS a Drummond Ltd. está claramente definido y limitado por documentos contractuales vigentes, una línea de investigación futura sería el desarrollo de nuevos servicios o productos que pudieran complementar el paquete actualmente ofrecido, en aras de generar mayores ingresos para el de proyecto SGS Colombia S.A.S. o valores agregados para un cliente tan valioso como lo es Drummond Ltd.

BIBLIOGRAFÍA

Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de Proyectos, Sexta Edición*. México: Mc Graw Hill.

Baeza, J. J. (s.f.). *Juan José Baeza*. Obtenido de <http://www.uv.es/baeza/metodo.html>

Carbunion. (s.f.). *Carbunion*. Obtenido de http://www.carbunion.com/que_es_carbon.php

Congreso de Colombia. (1990). *Ley 50 de 1990 Código Sustantivo del Trabajo*.

Drummond Ltd. (s.f.). Obtenido de <http://www.drummondLtd.com/quienes-somos/>

Drummond Ltd. (s.f.). Obtenido de <http://www.drummondLtd.com/nuestras-operaciones/puerto/>

Drummond Ltd. (Enero de 2014). *PLAN DE CONTINGENCIA OPERACIONES PUERTO*. Obtenido de <http://www.drummondLtd.com/wp-content/uploads/Anexo-5-PDC-Operaciones-de-Puerto.pdf>

Drummond Ltd. (Marzo de 2014). *PLAN DE CONTINGENCIA PARA LAS OPERACIONES MARINAS*. Obtenido de <http://www.drummondLtd.com/wp-content/uploads/Anexo-4-PDC-Operacion-Marina-Cargue-Directo.pdf>

Drummond Ltd. (s.f.). *Drummond Ltd.* Obtenido de <http://www.drummondco.com/nuestros-productos/carbon/?lang=es>

Drummond Ltd. (s.f.). *Drummond Ltd.* Obtenido de <http://www.drummondco.com/por-que-carbon/glosario-de-terminos/?lang=es>

Drummond Ltd. (s.f.). *Drummond Ltd.* Obtenido de <http://www.drummondLtd.com/nuestras-operaciones/puerto/>

El Heraldo. (9 de Enero de 2014). *El Heraldo*. Obtenido de <http://www.elheraldo.co/nacional/suspenden-cargue-de-carbon-por-barcazas-en-la-drummond-138355>

IESA-CSIC. (2009). *INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS DE ENCUESTACIÓN Y MUESTREO ESTADÍSTICO*. Obtenido de http://www.iesa.csic.es/eventos/adjunto_6FEBRERO_2009.pdf

Presidencia de la República de Colombia. (29 de Diciembre de 1993). Decreto 2650. *Plan Único de Cuentas*.

Revista Semana. (2 de Enero de 2014). *Revista Semana*. Obtenido de <http://www.semana.com/nacion/articulo/drummond-sigue-cargando-carbon-en-barcazas/369746-3>

SGS. (2012). *Sistema de Muestreo Automatico en Puerto Drummond*.

SGS. (2013). *Preparación de muestras brutas en Puerto Drummond*.

SGS. (2014). *Envío de corte de Puerto Drummond a la sede de Barranquilla*.

SGS. (2014). *Instrucción para reportar resultados de análisis rápidos*.

SGS. (2016). *Análisis Próximos en Carbón y Coque*. Barranquilla.

SGS. (2016). *Elaboración de certificados, reportes de análisis y/o de muestreo; manejo, control y envío*.

SGS. (2016). *Humedad en las muestras de análisis*. Barranquilla.

SGS. (2016). *Manual de Calidad de Laboratorio de Ensayos*. Barranquilla.

SGS. (2016). *Preparación de muestras de carbón y coque para análisis – Norma ASTM*. Barranquilla.

SGS Colombia S.A.S. (2016). *Análisis de Azufre total en Carbón y Coque*.

SGS Colombia S.A.S. (2016). *Análisis de Poder Calorífico en Carbón y Coque*.

SGS Colombia S.A.S. (2016). *Análisis HGI*.

SGS Colombia S.A.S. (2016). *Análisis Proximos en Carbón y Coque*.

SGS Colombia S.A.S. (2016). *Determinación del contenido de ceniza*.

SGS Colombia S.A.S. (2016). *Humedad total en Carbón y Coque*.

SGS Colombia S.A.S. (2016). *Lineamientos para el control de calidad en el Laboratorio*.

SGS Colombia S.A.S. (2016). *Manual de la calidad del laboratorio de ensayos*.

SGS Colombia S.A.S. (2016). *Procedimiento para Análisis Rápidos de Carbón*.

SGS S.A. (s.f.). *SGS S.A.* Obtenido de <http://www.sgs.co/>

SGS S.A. (s.f.). *SGS S.A.* Obtenido de <http://www.sgs.co/es-ES/Our-Company/About-SGS/SGS-in-Brief.aspx>


SGS S.A. (s.f.). *SGS S.A.* Obtenido de <http://www.sgs.co/es-ES/Mining/Inspection-and-Sampling-Services/Onsite-Laboratories.aspx>

SGS S.A. (s.f.). *SGS S.A.* . Obtenido de <http://www.sgs.co/es-ES/Service-by-Type-Path/Inspection.aspx>

World Coal Institute. (2005). *El Carbón como Recurso: Una visión general del carbón*. Reino Unido.

ANEXO 3-1

PROCEDIMIENTOS DOCUMENTADOS
POR SGS COLOMBIA PARA LA
EJECUCIÓN DE ANÁLISIS PRÓXIMOS
CORTOS

	MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-001
	HUMEDAD TOTAL EN CARBON Y COQUE		Versión:	6
			Fecha:	Abril 2016
			Página	1 de 8

1. OBJETIVO

Proporcionar la metodología a seguir para la determinación Humedad total en muestras de Carbón y Coque, bajo normas **ASTM e ISO**, realizados en **el área Laboratorio de Minerales de SGS Colombia S.A.S**

2. ALCANCE

Esta metodología aplica para la determinación de **Humedad Total en muestras de Carbón y coque, bajo normas ASTM e ISO, según Método Gravimétrico.**

- Según ASTM, este método de ensayo cubre la determinación de Humedad total en atmósfera de aire en muestras de carbón y coque tal como existe en el lugar a la vez y es aplicable a Carbones provenientes de las minas, procesados o utilizados en actividades comerciales, no es aplicable a Lodos de Carbón ó Carbón pulverizado.
- Según ISO, este método es aplicable para la determinación del contenido de Humedad total, en muestras de Carbón y Coque, una sola etapa ó en dos etapa, cualquiera de los dos métodos empleados se puede elegir entre el secado al aire o en atmosfera de nitrógeno. El secado en atmósfera de nitrógeno es adecuado para todos los carbones, mientras que el secado al aire es adecuado para carbones no susceptibles a la oxidación.
- Este procedimiento requiere de condiciones específicas de temperatura (22°C +/-6°C) y humedad relativa (50% +/-20%). Sin embargo los problemas asociados a la pérdida o ganancia de humedad en las muestras de ensayos, se evitan o se corrigen, cuando la muestra se seca al aire y se equilibran al ambiente, antes de la pulverización, para análisis.

3. DEFINICIONES

HUMEDAD TOTAL: Es la suma ponderada del porcentaje de pérdida de humeada secada al aire y la humeada residual.

4. RESPONSABLES

El cumplimiento de este procedimiento es responsabilidad de todo el personal que labora en el área del laboratorio.


5. REFERENCIAS

- ISO/IEC 17025:2005** Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayos y calibración
- ASTM D 3173-11** Test method for moisture in the analysis sample of coal and coke
- ASTM D3302/D3302M-15** Test Method for Total Moisture in Coal
- ISO+589: 2008 (E)** Hard coal — Determination of total moisture
- MIN-OPE-P-005** Preparación de muestras brutas de carbón – Norma ASTM
- MIN-LC-P-010** Preparación de muestras de carbón para análisis – Norma ASTM
- MIN-OPE-P-012** Preparación de muestras brutas de carbón y para análisis – Norma ISO
- MIN-LC-P-002** Humedad en las muestras de análisis
- MIN-LM-I-002** Lineamientos para el control de calidad en el laboratorio - Formatos de control

6. PROCEDIMIENTO

6.1 GENERALIDADES

- Los resultados obtenidos directamente en el laboratorio, luego de efectuado algún ensayo sobre las muestras tal como se reciben en el área de análisis, es decir los resultados "como se analizan" ó "como se corren" (as run), no tienen realmente mayor aplicación directa o interés para el cliente que solicite un análisis.

	MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-001
	HUMEDAD TOTAL EN CARBON Y COQUE		Versión:	6
			Fecha:	Abril 2016
			Página	2 de 8

- Los resultados deberán expresarse en una base tal que permita una aplicación ó interpretación comercial del análisis ó que permita su comparación con resultados obtenidos de otra fuente ó en tiempos diferentes. Usualmente ellos deberán expresarse en base al nivel de humedad del carbón que existía en el instante, sitio y bajo las condiciones de su muestreo.
- Si se siguen los procedimientos adecuados para la toma y preparación de las muestras (SOP's **MIN-OPE-P-005; MIN-LC-P-010; MIN-OPE-P-012; MIN-LC-P-002**), el nivel de humedad de las muestras tal y como llegan al laboratorio, es decir, como se reciben, será equivalente al del carbón al momento y condiciones de su muestreo.
- Ver procedimiento **MIN-LC-P-031 Conceptos sobre la humedad, cálculo de resultados a diferentes bases.**

6.1.1 Tamaño de Partícula

El tamaño de partícula requerido para la realización de este análisis en las matrices Carbón y Coque bajo las normas ASTM e ISO es de 250 um y 212 um respectivamente

6.2 EQUIPOS Y MATERIALES

- Cabina de Secado al aire
- Balanza de precisión con sensibilidad de 0.1 g
- Bandejas metálicas
- Estufa de humedad residual con fuljo de aire para Norma ASTM
- Estufa de humedad residual con fuljo de nitrógeno para Norma ISO
- Balanza analítica
- Crisoles de humedad
- Espátulas
- Desecador de vidrio provisto de material desecante

6.3 FORMATOS DE TRABAJO

Utilice el formato **MIN-LC-F-P001-001 ADL** para el registro de la humedad realizada sobre muestra a m-8 ó a m-4; el formato **MIN-LC-F-P002-001 Humedad**, para el registro de la humedad realizada sobre la muestra pulverizada; y el formato **MIN-LC-F-P002-002 Humedad – Cálculo manual**, para el registro del análisis de humedad realizados sobre muestras que no sea necesario ingresar los datos al sistema, ejemplo: Muestras Interlaboratorio, otras.

6.4 PROCEDIMIENTO A SEGUIR

6.4.1 PROCEDIMIENTO SEGÚN NORMA ASTM

La determinación de la humedad total para una muestra específica es la suma ponderada de todas las determinaciones sucesivas de humedad (ganancias y/o pérdidas) efectuadas sobre ella, a saber:


- ✓ Secado en el piso
- ✓ Secado al aire (ADL)

Determinación de la rata de pérdida de humedad.

- ✓ Equilibrio con la atmósfera del área de análisis
- ✓ Humedad de la muestra de análisis

Proceda como sigue:

- Proceda como se establece en el **MIN-OPE-P-005 Preparación de muestras brutas de carbón – Norma ASTM**
- Proceda según **MIN-LC-P-010 Preparación de muestras de carbón para análisis – Norma ASTM**, según método de arbitraje o método comercial
- Proceda según **MIN-LC-P-002 Humedad en las muestras de análisis**

	MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-001
	HUMEDAD TOTAL EN CARBON Y COQUE		Versión:	6
			Fecha:	Abril 2016
			Página	3 de 8

ADVERTENCIA: Para el caso de muestras de arbitraje, (referee samples), la pérdida por secado al aire (ADL) deberá efectuarse sobre el total dicha muestra, antes de reducirla o dividirla y el contenedor deberá acompañarla en el ADL. Además, la muestra en sus diferentes etapas de reducción y/o división - posteriores al secado al aire (ADL), deberá equilibrarse cuantitativamente con la atmósfera en que ello ocurra ó cada vez en que las condiciones de temperatura y humedad sufran cambios.

6.4.1.1 CALCULOS

Calcule la humedad total según las fórmulas generales que se enuncian a continuación: **TM** = Humedad total

ADLt = Pérdida total por secados al aire

ADL1 = Pérdida por secado en el piso de la muestra bruta

ADL2 = Pérdida por secado en estufa, sobre la muestra de laboratorio

ADL3 = Pérdida por secado al aire durante el equilibrio de la muestras pulverizada con su ambiente.

AM = Humedad de análisis de la muestra (luego de su equilibrio)

RM = Humedad residual ó humedad total en la muestra de análisis

RP = Rata de pérdida de humedad por Hora (Secado al aire).

$$TM = \frac{(100 - ADLt)}{100} RM + ADLt$$

$$ADLt = \frac{(100 - ADL1)}{100} ADL2 + ADL1$$

$$RM = \frac{(100 - ADL3)}{100} \times AM + ADL3$$

$$RT = \frac{(W_1 - W_o)(6000)}{(W_o - W_t)(T_1 - T_o)} = \% / \text{Hora}$$

Donde:

W_o = Peso de La bandeja + Muestra Húmeda

T_o = Hora Exacta de la pesada de la bandeja + muestra húmeda Antes de entrar a la Cabina. (Hora: Minutos)

W_t = Peso de la bandeja

W₁ = Peso de la bandeja + muestra en proceso de secado


T₁ = Hora exacta de la pesada en proceso de secado (Hora: minutos)

6000 : Factor de Conversión de minutos a horas

6.4.2 PROCEDIMIENTO SEGÚN NORMA ISO

Aplicaremos sólo los métodos B y C de la norma ISO 589:2008, partiendo de muestras preparadas según **MIN-OPE-P-012 Preparación de muestras brutas de carbón y para análisis – Norma ISO.**

Las muestras para humedad inherente (muestra seca al aire) en el caso de que hayan sido sometidas al proceso en dos (2) pasos, para muestras con humedad visible ó para humedad total si el carbón está lo suficientemente seco para ser triturado a 3 mm sin alterarse, serán sometidas al secado en atmósfera de nitrógeno si corresponden a carbones fácilmente oxidables ó en atmósfera de aire seco si no lo son.

	MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-001
	HUMEDAD TOTAL EN CARBON Y COQUE		Versión:	6
			Fecha:	Abril 2016
			Página	4 de 8

6.4.2.1 Equipos a Usar

- ✓ Para el secado en atmósfera de nitrógeno usaremos la estufa de secado Carbolite provista de un bulbo o frasco de secado, empacado con perclorato de magnesio como agente de secado, colocado en serie en la entrada ó suministro del nitrógeno.
- ✓ Para el secado en atmósfera de aire seco emplearemos estufas de tiro forzado, con suministro de aire que haya sido hecho circular a través de ácido sulfúrico concentrado para secarlo. Se emplearán estufas del tipo a Precisión o Blue M, que dan buenos resultados.
- ✓ Desecadores: Se usarán dos tipos de desecadores: el inicial, anexo a la estufa Carbolite, a través del cual se hace pasar nitrógeno seco, y desecadores normales de vidrio con silica gel ó drierita (con indicador de saturación) como elemento desecante.
- ✓ Recipientes para pesar: Se usarán crisoles ó cápsulas ó pesa muestras (vials) de forma baja; de vidrio ó silica glaseada, con tapas y cierre esmerilado ó de cualquier otro material no susceptible de corrosión u oxidación con tapas que ajusten bien y de 6.5 a 7 cm de diámetro (mínimo).

6.4.2.2 Muestras a Usar

Se tomará la muestra separada para la determinación de la humedad inherente, con un tamaño de partícula de 212 μm (99% menos de 3 mm) tal como se preparó en **MIN-OPE-P-012 Preparación de muestras brutas de carbón y para análisis – Norma ISO.**

6.4.3 METODOLOGÍA

Para ambas atmósferas, nitrógeno seco y aire seco, se utilizarán la misma secuencia y criterios, así:


- Antes de iniciar la pesada de las muestras, revise el estado y la limpieza de los crisoles ó cápsulas y sus tapas.
- Encienda la estufa a usar y espere a que alcance la temperatura de operación (105 - 110°C), luego abra el flujo de nitrógeno seco ó aire seco, según el caso y espere 10 a 15 minutos, para lograr que la temperatura de trabajo se vuelva a alcanzar y sea estable. El equipo estará ahora listo para comenzar.
- Controle y anote la temperatura de la estufa de secado a usar, ella deberá estar entre 105 y 110°C. Anote este valor en el formato **MIN-LM-F-I002-006 Control de temperatura de equipos - Estufas**, según lo establecido en el procedimiento de control en **MIN-LM-I-002 Lineamientos para el control de calidad en el laboratorio.**
- Tare a ceros la balanza y coloque en ella el crisol y su tapa, espere hasta que se establezca la lectura y anote el valor obtenido en la columna "peso de crisol" del formato en uso.
- Tare a ceros nuevamente la balanza y pese, con aproximación de 0.01g, 10g de la muestra. Anote el valor obtenido en la columna "peso de muestra".
- Tape el crisol ó cápsula y colóquelo (tapado) en una bandeja.
- Prosiga así hasta pesar todas las muestras, de acuerdo con la capacidad de la estufa en uso.

ADVERTENCIA: Deberá utilizar siempre un crisol ó cápsula cero. Lleve la bandeja junto a la estufa a utilizar cerca a la cual deberá estar el desecador de vidrio con silicagel o drierita, abra la estufa, destape las cápsulas y rápidamente introdúzcalas en ella. Guarde las tapas dentro del desecador.

- Tome un reloj de alarma y ajústelo para una hora y media (1 1/2), verifique que la temperatura dentro de la estufa ha alcanzado nuevamente el rango de operación e inicie el conteo del tiempo. El equilibrio de la estufa se alcanza nuevamente al cabo de unos 10 minutos. Es aceptable entonces la práctica de colocar la alarma para 1 hora y 40 minutos e iniciar el conteo del tiempo tan pronto como se cierra la puerta de la estufa.

ADVERTENCIA: Todas las operaciones de tapar / destapar y/o manipular los recipientes con muestra y sus tapas deberán efectuarse con las manos cubiertas por guantes de algodón.

- Luego de transcurrido el período de secado proceda al enfriamiento de los crisoles, antes de pesarlos, como sigue:
 - ✓ Si se usó la atmósfera de nitrógeno, extraiga la bandeja con los crisoles destapados y rápidamente

	MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-001
	HUMEDAD TOTAL EN CARBON Y COQUE		Versión:	6
			Fecha:	Abril 2016
			Página	5 de 8

introdúzcala en el desecador anexo a la estufa, cierre la puerta cuidando su ajuste y mediante el giro de la válvula o válvulas que regulan el paso del nitrógeno seco, haga fluir éste a través del desecador. Mantenga las muestras en éste desecador durante 10 minutos. Transcurrido este tiempo, extraiga la bandeja con los crisoles, tápelos muy rápidamente y colóquelos en el desecador de vidrio, tapados, durante 10 minutos más.

- ✓ Si se utilizó la atmósfera de aire seco, extraiga la bandeja con los crisoles, tápelos rápidamente y colóquelos en el desecador de vidrio por exactamente 20 minutos.

ADVERTENCIA: Los tiempos de enfriamiento deberán ser siempre los mismos y controlarse con un reloj de alarma.

- ✓ Luego del enfriamiento, manteniendo los crisoles tapados, péselos y anote su peso en la columna "peso de crisol + muestra seca".

6.4.4 CÁLCULO DE HUMEDAD TOTAL

- La humedad total será la suma ponderada de la humedad superficial, determinada mediante secado al aire como se estableció en **MIN-OPE-P-012 Preparación de muestras brutas de carbón y para análisis – Norma ISO**, y la humedad inherente determinada.
- Para carbones relativamente secos, cuya reducción y división se ha efectuado directamente a un tamaño de 4.75 mm, como se establece en **MIN-OPE-P-012 Preparación de muestras brutas de carbón y para análisis – Norma ISO**, no habrá valor para la humedad superficial (secado al aire) y el valor establecido en el numeral **6.4.4.1** será correspondiente a la humedad total.
- En este caso, la(s) muestra(s) deberán regresarse a la estufa, luego de la 1½ horas iniciales, por espacios de 1/2 hora cada vez hasta que no se presenten diferencias mayores a 0.02 g entre pesadas sucesivas.
- Anote el último peso logrado según este método como "peso de crisol + muestra seca".

6.4.4.1 Formula de Cálculo

Calcule la humedad total de la muestra según la siguiente fórmula:

$$TM = \frac{(100 - SM)}{100} * IM + SM$$

Donde:


TM = Humedad total

SM = Humedad superficial (pérdida por secado al aire)

IM = Humedad inherente

6.4.5 PRECISIÓN

Como comercialmente en los contratos de compra y venta se maneja el concepto de la precisión de los resultados, basados en los criterios de precisión de las normas, para cumplir con las especificaciones contractuales; a continuación se detallan las Respetabilidades y Reproducibilidades de este método:

	MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-001
	HUMEDAD TOTAL EN CARBON Y COQUE		Versión:	6
			Fecha:	Abril 2016
			Página	6 de 8

ASTM D3302/D3302M-15

TABLE 1 Concentration Range and Limits for Repeatability and Reproducibility for the Determination of Total Moisture in Coal			
Coal	Range	Repeatability Limit, r	Reproducibility Limit, R
Bituminous	1.6–7.9%	0.14	0.62
Subbituminous and lignite	12.4–31.2%	0.42	0.70

ISO 589: 2008

Table 1 — Precision		
Property	Repeatability limit %	Reproducibility critical difference %
Second-stage moisture	0,3	Not applicable
Total moisture	0,5	1,5

6.5 PROCEDIMIENTOS DE CONTROL

6.5.1 Control de flujo de secado

Utilice el formato: **MIN-LM-F-I002-013** Control de Flujo de cabina de ADL, para cada cabina en uso. Registre los siguientes datos en el formato: Fecha, Cabina N°, Marca, Activo fijo, Datos de los orificios de la Cabina, datos del interior de la cabina y verificación de la velocidad de flujo utilizando el equipo Anemómetro (Puerta 1 y Puerta 2). Tener en cuenta la Nota que se encuentra en la parte inferior del formato, la cual indica que las casillas sombreadas con color gris, corresponden a datos de entrada, y las sombreadas de color azul, corresponden a datos de salida (poseen fórmula).

6.5.2 Verificación de la Temperatura de Secado / Estufa de Secado al Aire ó ADL

Utilice el formato: **MIN-LM-F-I002-007** Control de temperatura - cabina de secado ADL.


Se usará un formato para cada cabina en servicio, anote a mano al lado de donde dice CABINA DE SECADO-ADL, el número de la cabina, si hay más de una (1).

Se controlarán y registrarán las condiciones al iniciar y finalizar cada ciclo de secado de muestras.

6.5.3 Verificación de la Temperatura de Análisis / Formato de Control

Para ello se usará el formato **MIN-LM-F-I002-006** Control de temperatura de estufas de humedad. Utilícelo para el control del funcionamiento de la estufa o estufas utilizadas para la humedad de análisis, uno para cada una.

- Las observaciones de temperatura se harán al inicio y final de cada ciclo de determinación de humedad
- Las lecturas se registran en grados centígrados (°C).
- Se usará el sistema de 24 horas para anotar las horas de lectura de la temperatura.

	MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-001
	HUMEDAD TOTAL EN CARBON Y COQUE		Versión:	6
			Fecha:	Abril 2016
			Página	7 de 8

NOTA: Para los laboratorios que utilicen la aplicación SLIM, la verificación de los equipos se realizará mediante “Job de Verificación”, el cual será creado mensualmente para cada equipo por el Analista responsable en turno. Este mecanismo permitirá evaluar el funcionamiento correcto de los equipos

6.5.4 Análisis de Muestra Control

- Analice una Muestra Control (Round Robin, Estándar secundario, otro), junto con las muestras del día. Utilice el formato **MIN-LM-F-I002-008 Muestra de control-análisis próximos**, para el registro y control de resultados.
- Para los laboratorios que utilicen la aplicación SLIM, la Muestra Control, se identificará como “QC”, ingresando los resultados en esta aplicación para su evaluación.

NOTA: Ver Instructivo **MIN-LM-I-002 Lineamientos para el control de calidad en el laboratorio - Formatos de control**

7. REGISTROS

CÓDIGO/NOMBRE	RESPONSABLE	UBICACIÓN	PERIODO
MIN-LC-F-P001-001 ADL	Supervisor de preparación de muestras-laboratorio/ Preparadores de muestras	Sala de Preparación / Archivo Inactivo	10 Años
MIN-LC-F-P002-001 Humedad	Supervisor líder de laboratorio/ Analistas	Laboratorio / Archivo Inactivo	10 años
MIN-LC-F-P002-002 Humedad –Cálculo manual	Supervisor líder de laboratorio/ Analistas	Laboratorio / Archivo Inactivo	10 años
MIN-LM-F-I002-006 Control de temperatura de equipos- Estufas	Supervisor líder de laboratorio/ Analistas	Laboratorio / SLIM ú Hoja de vida de equipo	5 años
MIN-LM-F-I002-007 Control de temperatura de cabina	Supervisor de preparación de muestras-laboratorio/ Preparadores de muestras	Sala de Preparación / Hoja de vida de equipo	5 años

8. CONTROL DE CAMBIOS

Elaborado Por: Luis Jiménez

Cargo: Analista II de laboratorio

VERSIÓN	FECHA	REVISÓ	APROBÓ	CAMBIOS
1	Octubre de 2011	Armando Hernández/Especialista Técnico de Laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	- Separación del SGC de los Sectores: Minerales y Ambiental. - Modificación en la estructura del documento de acuerdo a lo establecido en el procedimiento: MIN-QA-P-001 “Identificación, Preparación y Control de documentos”
2	Diciembre de 2012	Armando Hernández/Especialista Técnico de Laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	- Actualización según Norma ASTM D3302/D3302M-12
3	Mayo de 2013	Armando Hernández/Especialista Técnico de Laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	- Cambio en 7.2, Pág 3: Inclusión de: según método de arbitraje o método comercial

Esta es una COPIA NO CONTROLADA

La versión aprobada más reciente de este documento se encuentra en Share Point

CONFIDENCIAL

**MINERALS SERVICES**

Código:

MIN-LC-P-001

HUMEDAD TOTAL EN CARBON Y COQUE

Versión:

6

Fecha:

Abril 2016

Página


8 de 8

4	Octubre de 2013	Armando Hernández/Especialista Técnico de Laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none">- Actualización según MIN-QA-P-001 Control de documentos: Inclusión de la palabra CONFIDENCIAL en el pie de página de los documentos- Cambio en el numeral 2.0 Alcance- Inclusión del numeral 7.3.7 Precisión, en el procedimiento
5	Noviembre 2015	Genny Blanco/ Supervisor de Preparación de muestras-Laboratorio	Yomaira Díaz/ Supervisor líder de laboratorio	<ul style="list-style-type: none">- Cambio en la estructura del documento según lo indicado en el procedimiento OI-QA-P-01 Control de documentos- Actualización de la razón social: SGS Colombia S.A.S.- Actualización del documento según la norma ASTM D3302/D3302M-15. No se presentaron cambios significativos en la norma.- Inclusión de los numerales: 6.3 Formatos de trabajo, y 6.5 Procedimiento de control- Cambio en los numerales: 2, 5 y 7- Se incluye el tamaño de partícula en el procedimiento. Ver numeral 6.1.1
6	Abril 2016	Genny Blanco/ Supervisor de Preparación de muestras-Laboratorio	Yomaira Díaz/ Supervisor líder de laboratorio	<ul style="list-style-type: none">- Cambio en la estructura del documento según lo indicado en el procedimiento QA-P-01 Control de documentos

Esta es una COPIA NO CONTROLADA

La versión aprobada más reciente de este documento se encuentra en Share Point

CONFIDENCIAL

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-003
	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CENIZAS	Versión:	6
		Fecha:	Abril 2016
		Página	1 de 7

1. OBJETIVO

Proporcionar la metodología a seguir para la determinación de las **Cenizas** en muestras de **Carbón y Coque**, realizadas en el área **Laboratorio de Minerales de SGS Colombia S.A.S**

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica para la determinación de Cenizas en muestras de Carbón y Coque, **bajo las normas ASTM D3174, e ISO 1171, según Método gravimétrico**

Este procedimiento requiere de condiciones específicas de temperatura (22°C +/-6°C) y humedad relativa (50% +/-20%). Sin embargo los problemas asociados a la pérdida o ganancia de humedad en las muestras de ensayos, se evitan o se corrigen, cuando la muestra se seca al aire y se equilibran al ambiente, antes de la pulverización, para análisis.

3. DEFINICIONES

CENIZAS: Es el residuo inorgánico que queda después de quemar una muestra de carbón o coque, bajo condiciones estandarizadas de temperatura, tiempo, atmósfera y especificaciones de los equipos.

LIMITE DE REPETIBILIDAD: El valor bajo el cual la diferencia absoluta entre dos resultados de análisis calculados en determinaciones de análisis consecutivas separadas, llevadas a cabo en la misma muestra, el mismo laboratorio, por el mismo operador, usando el mismo aparato en las muestras tomadas de manera aleatoria de una cantidad singular de material homogéneo, pueda darse con una probabilidad de aproximadamente el 95%

LIMITE DE REPRODUCIBILIDAD: El valor bajo el cual la diferencia absoluta entre dos resultados de análisis llevados a cabo en diferentes laboratorios, usando muestras tomadas de manera aleatoria de una cantidad singular de material que es casi tan homogéneo como sea posible, puede darse con una probabilidad de aproximadamente el 95%

4. RESPONSABLES

El cumplimiento de este procedimiento es responsabilidad de todo el personal que labora en el área del laboratorio.


5. REFERENCIAS

- **ISO/IEC 17025:2005** Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayos y calibración
- **ASTM D3174-12** Test method for ash in the analysis sample of coal and coke from coal
- **ISO 1171:2010 (E)** Solid mineral fuels - determination of ash
- **MIN-LC-P-010** Preparación de muestras brutas de carbón para análisis-norma ASTM
- **MIN-OPE-P-012** Preparación de muestras brutas según ISO

6. PROCEDIMIENTO

6.1 GENERALIDADES

Las Cenizas son el residuo que queda luego de calcinar una porción pesada de Muestra de Carbón ó Coque, bajo estrictas condiciones de Peso, Temperatura, Tiempo, Atmósfera. La incineración producirá la expulsión de

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-003
	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CENIZAS	Versión:	6
		Fecha:	Abril 2016
		Página	2 de 7

toda el agua, pérdida de CO₂ de los carbonatos presentes, la conversión del Hierro pirítico en Óxido férrico, y otra serie de reacciones químicas.

6.1.1 TAMAÑO DE PARTÍCULA

El tamaño de partícula requerido para la realización de este análisis en las matrices Carbón y Coque bajo las normas ASTM e ISO es de 250 um y 212 um respectivamente

6.2 EQUIPOS Y MATERIALES

- **Horno horizontal** capaz de mantener las temperaturas uniformes aplicable a ASTM e ISO.
- **Crisoles** de porcelana o de Silica fundida
- **Termocupla Tipo K**
- **Balanza analítica**

6.3 PROCEDIMIENTO GENERAL


- Inspeccione todas las cápsulas o crisoles a usar, asegúrese de su limpieza y verifique que estén colocadas en orden en la bandeja para evitar que se mezclen números de crisol o muestras.
- **Acondicionamiento:** Todas las cápsulas deberán ser acondicionadas antes de su uso: luego de marcarlas sométalas al menos Dos (2) veces al ciclo completo de calcinación antes de utilizarlas con muestras.
- Cuando una cápsula marcada se dañe o rompa, reemplácela por otra nueva, marcada con el mismo número y acondicionada como se dijo.
- **Pesada:** Presione el botón "**TARA**" para llevar a ceros la balanza, cuando ésta se estabilice, coloque la cápsula y anote el peso registrado en la columna correspondiente. Presione "**TARA**" otra vez y lleve a ceros la balanza.
- Cuidadosa y rápidamente agregue un (1) gramo (0,9995 – 1,0005) g de muestra, espere a que estabilice la balanza y anote el peso de muestra registrado en la columna apropiada. Cuando haya pesado todas las muestras, colóquelas en orden dentro de la mufla fría e inicie el ciclo de cenizas.
- Luego de terminado el calentamiento abra la puerta de la mufla y permita que las muestras enfríen de acuerdo a lo especificado en los **numerales 6.5.1 y 6.6.1** del presente documento.
- Cuando estén frías colóquelas en la bandeja y llévelas junto a la balanza para pesarlas.
- Lleve a cero la balanza y coloque el crisol "blanco" o cero en el platillo. Anote el peso registrado en la línea marcada como "0" en el formato, en la columna "peso de crisol más cenizas".
- Si la diferencia entre el peso original del crisol cero y su peso después del análisis es mayor de 0.0004 g, revise la nivelación de la Balanza, chequee su calibración usando una pesa de clase "F o E" de 1.0000 g., sople el crisol y el platillo de la balanza y pese nuevamente el crisol. Si la diferencia aún persiste, recalibre la balanza, y repita el ensayo.

ADVERTENCIA: Use la misma balanza para las pesadas iniciales y finales en una misma determinación. Esto evitará que las pequeñas diferencias que existan entre las sensibilidades de ellas incidan en los resultados.

- Pese las otras cápsulas con cenizas, anotando los pesos en la columna correspondiente del formato.

6.3.1 Registro de datos

- Para el registro de datos de entrada generados para la realización del ensayo de Cenizas, utilice el formato MIN-LC-F-P003-001 Análisis de cenizas.
- Utilice en formato MIN-LC-F-P003-002 Análisis de cenizas-Cálculo manual, para el caso del registro de datos de entrada y generación de resultados calculados manualmente.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-003
	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CENIZAS	Versión:	6
		Fecha:	Abril 2016
		Página	3 de 7

6.4 FLUJO DE AIRE

- El mantener el adecuado flujo de aire durante la determinación de las Cenizas es de suma importancia para garantizar la adecuada remoción de la humedad, materias volátiles y productos de descomposición de los minerales presentes.
- Si el flujo es demasiado grande existe cierto peligro de que partículas finas de ceniza salten de un crisol a otro o sean arrastradas fuera. Se obvia esto en hornos como los Carbolite y Ohio Termal, etc, que por su configuración presentan un flujo adecuado de aire de convección. Esto puede, y debe, lograrse en otros tipos de muflas mediante la adaptación de una chimenea que logre el mismo efecto.


6.5 PROCEDIMIENTO SEGÚN NORMA ASTM

Se deberán tomar en cuenta las siguientes adiciones al procedimiento general del presente procedimiento.

- Utilice crisoles de porcelana o de platino y muestra pulverizada a -60 mallas.
- Para la determinación de Cenizas en muestras de Carbón, después de introducir las muestras en el Horno **frio**, caliéntelas gradualmente de tal forma que alcance **500 °C +/-10°C**, en una (1) hora, y al final de la segunda hora alcance a **750 °C +/-15°C**, mantenga el calentamiento por dos (2) horas más a este mismo rango de temperatura.
- Para la determinación de Cenizas en muestras de Coke, después de introducir las muestras en el Horno, caliéntelas gradualmente de tal forma que alcance a **500 °C +/-10°C**, en una (1) hora, y al final de la segunda hora alcance **950 °C +/-20°C**, mantenga el calentamiento por dos (2) horas más a este mismo rango de temperatura.
- Luego de la finalización del período de cuatro (4) horas, se deberán observar las Cenizas y si hubiera algún rastro de material sin quemar ó si los resultados para muestras en paralelo no fueran coherentes, se deberán retornar esos crisoles a la mufla hasta que pesadas sucesivas no difieran en más de 0.001 g.
- Al usar las muflas que se encuentran en el laboratorio, es posible programar el ciclo completo de cenizas, ajustando el indicador de temperatura. Así mismo por su construcción, provoca un tiro forzado tal que cambia el volumen de aire en la cámara entre 2 y 4 veces por minuto, ajustándose así a la norma.
- En caso necesario otras muflas podrán usarse, previa comprobación de la rata de cambio de atmósfera (**Ver norma ASTM D3174-12, numeral 5, Figura 1 y 2**), encendiéndolas y elevando manualmente la temperatura como se muestra en la **Tabla N° 1**. Ver Tabla:

TABLA N° 1

TIEMPO ENTRE CAMBIOS, (m)	TEMPERATURA ALCANZADA, °C	TIEMPO TRANSCURRIDO (minutos)
10	80	0-10
10	160	10-20
10	320	30-40
10	400	40-50
15 mantener mas tiempo	480	50-65
10	525	65-75
10	570	75-85
10	615	85-95
10	660	95-105
10	705	105-115
10	750	115-125
115 mantener por 115 minutos	750	125-140

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-003
	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CENIZAS	Versión:	6
		Fecha:	Abril 2016
		Página	4 de 7

6.5.1 Enfriamiento

- Luego del Ciclo de cuatro (4) horas, abra la puerta de la mufla y permita que las muestras se enfrien lentamente dentro de ella durante 40 minutos aproximadamente antes de sacarlas.
- Extráigalas del Horno, colóquelas en una bandeja, cúbralas con sus respectivas tapas y llévelas cerca de la balanza.
- Luego de unos 20 minutos, cuando estén frías al tacto, péselas.
- El tiempo total de enfriamiento deberá ser siempre el mismo.
- El tiempo de enfriamiento se determinó de acuerdo al Ensayo experimental: **“DETERMINACION EXPERIMENTAL DEL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO A LA TEMPERATURA AMBIENTE EN LA REALIZACION DEL ANALISIS DE CENIZAS PARA MUESTRAS DE CARBON Y COKE SEGUN LA NORMA ASTM D3174”**, ubicado en la carpeta de ensayos experimentales.

6.5.2 Cálculos

$$\% \text{ CENIZAS} = ((A - B) / C) \times 100$$

Donde:

A = Peso de la Cápsula + Cenizas, g

B = Peso de la cápsula vacía, g

C = Peso de muestra, g

La duración extraordinaria de quince (15) minutos para pasar de 400 °C a 480 °C, tiene como objetivo asegurar que los productos resultantes de la descomposición del azufre pirítico sean evacuados con los gases sin que puedan formar sulfato de calcio durante la descomposición de los carbonatos, lo que provocaría un peso erróneo en las cenizas.

6.5.3 Temperatura de calibración del Horno según Norma ASTM


Coloque una capsula de porcelana precalentada con un gramo de arena en el centro del área de trabajo del horno y con la ayuda de una termocupla calibrada, medir la temperatura del gramo de arena en el crisol, el crisol y la arena debe estar a la temperatura de equilibrio del horno, ajuste la temperatura del horno hasta que la termocupla lea 750°C **+/-15°C** y luego ajuste si es necesario la temperatura del pirómetro del horno.

6.6 PROCEDIMIENTO SEGÚN NORMA ISO

- Utilice crisoles de sílica, porcelana o platino y la muestra pulverizada a -70 mallas.
- Para la determinación de Cenizas en muestras de **Carbón**, después de introducir las muestras en el horno, caliéntelas gradualmente de tal forma que alcance **500°C, en 1 hora**, y mantenga esta temperatura por 30 minutos, continúe el calentamiento hasta **815 °C +/- 10 °C** y mantenga por al menos una (1) hora a esta temperatura.
- Para la determinación de Cenizas en muestras de **Coke**, colóquelas **directamente** en el Horno a una temperatura de **815 °C +/- 10 °C** durante al menos (1) hora.

6.6.1 Enfriamiento

- ✓ Al finalizar el ciclo de calentamiento abra la puerta de la mufla y permita que las muestras se enfrien lentamente dentro de ella, aproximadamente durante 40 minutos.
- ✓ Extraiga las cápsulas de la mufla, y déjelas enfriar primero en un bloque de metal por 10 minutos.
- ✓ Tápelas y luego enfríelas en un desecador, a la temperatura ambiente (aproximadamente por 15 minutos) de acuerdo a ensayo experimental **“DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO A LA TEMPERATURA AMBIENTE EN LA REALIZACIÓN DEL ANALISIS DE CENIZAS PARA MUESTRAS DE CARBON COKE SEGUN LA NORMA ISO1171”**, ubicado en la carpeta de ensayos experimentales.
- ✓ Si se observan partículas sin quemar luego de finalizado el ciclo ó inconsistencias entre muestras en paralelo, regrese el ó los crisoles a la mufla a 815 °C ± 10 °C por períodos de 15 minutos hasta que no se presenten variaciones superiores a 1 mg entre pesadas sucesivas.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-003
	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CENIZAS	Versión:	6
		Fecha:	Abril 2016
		Página	5 de 7

6.6.2 Cálculos

Proceda según **numeral 6.5.2** del presente documento.

6.7 FORMATO DE TRABAJO

Utilice el formato **MIN-LC-F-P002-001 Humedad**, para el registro del análisis de Humedad; y el formato **MIN-LC-F-P002-002 Humedad – Cálculo manual**, para el registro del análisis de humedad realizados sobre muestras que no sea necesario ingresar los datos al sistema, ejemplo: Muestras Interlaboratorio, otras.

6.8 PROCEDIMIENTOS DE CONTROL

6.8.1 Verificación de la Temperatura de Análisis / Formato de Control

- ✓ Cada vez que realice las determinaciones de Ceniza, verifique las Temperaturas de los Hornos con una Termocupla calibrada, utilice un Formato de Control para cada mufla en uso en el Laboratorio.
- ✓ Registre en el Formato de Control: **MIN-LM-F-I002-012 Control de funcionamiento de hornos / dos temperaturas**, y diligéncielo como sigue:

A) Equipo, Activo Fijo N°, Marca, Modelo, Análisis: Anote aquí **Nombre del Equipo, Activo Fijo, Marca, Modelo y Análisis correspondiente**.

B) Fecha: Anote la fecha en que se hace la **Verificación**, siguiendo D/M/A.

C) Temperatura Inicial ___/ Superior ___, Rango; Temperatura Final ___/ Inferior ___. Rango: Marque con una equis "X" las opciones: temperatura Inicial y temperatura final; coloque en Rango de Temperatura inicial y Temperatura final respectivamente:

- **(500 +/- 10)°C y (700 +/- 15) °C:** Para el caso de las Cenizas Norma ASTM en Carbón
- **(500 +/- 10)°C y (950 +/- 20)°C:** Para el caso de las Cenizas Norma ASTM en Coke
- **500 °C y (815 +/-10) °C:** Para el caso de las Cenizas Norma ISO.

NOTA: Anote el valor de temperatura leído por la termocupla /pirómetro externo, corregida si esto fuera necesario.


D) Acción correctiva: Anote aquí, cuando el equipo se encuentre fuera de servicio por cualquier anomalía presentada.

E) Supervisor: Cuando la hoja esté llena el Supervisor deberá firmar antes de que sea colocada en el folder del laboratorio y luego pasada al folder del equipo.

NOTA: Para los laboratorios que utilicen la aplicación SLIM, la verificación de los equipos se realizará mediante "Job de Verificación", el cual será creado mensualmente para cada equipo por el Analista responsable en turno. Este mecanismo permitirá evaluar el funcionamiento correcto de los equipos

6.8.2 Análisis de Muestra Control

- ✓ Analice una Muestra Control (Round Robin, Estándar secundario, otro), junto con las muestras del día. Utilice el formato **MIN-LM-F-I002-008 Muestra de control-análisis próximos**, para el registro y control de resultados.
- ✓ Para los laboratorios que utilicen la aplicación SLIM, la Muestra Control, se identificará como "QC", ingresando los resultados en esta aplicación para su evaluación.

	MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-003
	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CENIZAS		Versión:	6
			Fecha:	Abril 2016
			Página	6 de 7

6.9 PRECISIÓN

Como comercialmente en los contratos de compra y venta se maneja el concepto de la precisión de los resultados, basados en los criterios de precisión de las normas, para cumplir con las especificaciones contractuales; a continuación se detallan las Repetibilidades y Reproducibilidades de este método:

ASTM D3174-12

TABLE 1 Determination of Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke			
	Range	Repeatability Limit, <i>r</i>	Reproducibility Limit, <i>R</i>
Coal	2.68 to 17.86 %	0.22	0.32
Coke	5.73 to 11.75 %	0.10	0.20


TABLE 2 Range and Limits for Repeatability and Reproducibility for the Determination of Ash in Coal and Coke			
Coal	Range	Repeatability Limit, <i>r</i>	Reproducibility Limit, <i>R</i>
Bituminous	5.0 to 15.0 %	0.30 %	0.49 %
Subbituminous-Lignite	4.5 to 30.0 %	0.33 %	0.47 %

ISO 1171:2010 (E)

Table 1 — Repeatability and reproducibility limits for ash		
Ash % mass fraction	Maximum acceptable difference between results (calculated to the same moisture content)	
	Repeatability limit	Reproducibility limit
< 10 %	0,2 % absolute	0,3 % absolute
> 10 %	2,0 % of the mean result	3,0 % of the mean result

7. REGISTROS

CÓDIGO/NOMBRE	RESPONSABLE	UBICACIÓN	PERIODO
MIN-LC-F-P003-001 Análisis de cenizas	Supervisor líder de laboratorio / Analistas	Laboratorio / Archivo Inactivo	10 Años
MIN-LC-F-P003-002 Análisis de cenizas-Cálculo manual	Supervisor líder de laboratorio / Analistas	Laboratorio / Archivo Inactivo	10 años
MIN-LM-F-I002-012 Control de funcionamiento de hornos/ dos temperaturas	Supervisor líder de laboratorio / Analistas	Laboratorio / SLIM ú Hoja de vida del equipo	5 años
MIN-LM-F-I002-008 Muestra de control-análisis próximos	Supervisor líder de laboratorio / Analistas	Laboratorio / SLIM ó Archivo Inactivo	10 años


	MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-003
	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CENIZAS		Versión:	6
			Fecha:	Abril 2016
			Página	7 de 7

8. CONTROL DE CAMBIOS

Elaborado Por: Maribel Brochero

Cargo: Profesional de Calidad

VERSIÓN	FECHA	REVISÓ	APROBÓ	CAMBIOS
1	Octubre de 2011	Armando Hernández/Especialista Técnico de Laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Separación del SGC de los Sectores: Minerales y Ambiental. - Modificación en la estructura del documento de acuerdo a lo establecido en el procedimiento: MIN-QA-P-001 "Identificación, Preparación y Control de documentos"
2	Enero de 2013	Armando Hernández/Especialista Técnico de Laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización según Norma ASTM D 3174-12 - Cambio en los numerales: 1.0, 7.2, 7.4, 7.6.1 y 7.7. del presente documento
3	Octubre de 2013	Armando Hernández/Especialista Técnico de Laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización según MIN-QA-P-001 Control de documentos: Inclusión de la palabra CONFIDENCIAL en el pie de página de los documentos - Cambio en el numeral 2.0 Alcance - Inclusión del numeral 7.5.3 Precisión, en el procedimiento
4	Noviembre de 2014	Yomaira Díaz/Supervisor líder de Laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Inclusión de Método de ensayo en el numeral 2.0: Alcance - Cambio en el numeral 3.0 Definiciones: Adición de Límite de Repetibilidad y de Reproducibilidad - Cambio en el numeral 7.6.1 Inclusión de la aplicación SLIM - Inclusión de los Numerales y 7.6.2 - Cambio en el numeral 8.0: Inclusión del formato MIN-LM-F-1002-008 Muestra de control-análisis próximos - Exclusión del numeral 7.7
5	Noviembre 2015	Anderson Lara / Analista II de laboratorio	Yomaira Díaz/ Supervisor líder de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio en la estructura del documento según lo indicado en el procedimiento OI-QA-P-01 Control de documentos - Actualización de la razón social: SGS Colombia S.A.S. - Cambio en los numerales: 4, 5 y 7 - Se incluye el tamaño de partícula en el procedimiento. Ver el numeral 6.1.1
6	Abril 2016	Gina Gravini/ Analista I de laboratorio	Yomaira Díaz/ Supervisor líder de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio en la estructura del documento según lo indicado en el procedimiento QA-P-01 Control de documentos - Se incluye el numeral 6.3.1 Registro de datos, en el documento

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-005
	ANÁLISIS DE AZUFRE TOTAL EN CARBÓN Y COQUE – MÉTODO HORNO DE TUBO DE COMBUSTIÓN DE ALTA TEMPERATURA	Versión:	12
		Fecha:	Abril 2016
		Página	1 de 12

1. OBJETIVO

Este procedimiento proporciona la metodología a seguir para la determinación de **%Azufre** en muestras de **Carbón y Coque**, realizados en el área **Laboratorio de Minerales de SGS Colombia S.A.S.**

2. ALCANCE

- Esta metodología es aplicable para la determinación de Azufre sobre todos los tipos de muestras de Carbón y Coque, bajo norma **ASTM D4239, Método A, según Método Infrarrojo-Tubo de Combustión, y bajo la Norma ISO 19579, Método Infrarrojo**
- Este procedimiento requiere de condiciones específicas de temperatura (22°C +/-6°C) y humedad relativa (50% +/-20%). Sin embargo los problemas asociados a la pérdida o ganancia de humedad en las muestras de ensayos, se evitan o se corrigen, cuando la muestra se seca al aire y se equilibran al ambiente, antes de la pulverización, para análisis

3. DEFINICIONES

- AZUFRE:** Hace parte de los análisis últimos de carbón y coque. Los resultados del análisis de azufre, se utilizan para la evaluación de los procesos de limpieza del carbón, así como también evaluar potencialmente las emisiones, provenientes de la quema del carbón en los procesos de combustión
- LÍMITE DE REPETIBILIDAD:** El valor bajo el cual la diferencia absoluta entre dos resultados de análisis calculados en determinaciones de análisis consecutivas separadas, llevadas a cabo en la misma muestra, el mismo laboratorio, por el mismo operador, usando el mismo aparato en las muestras tomadas de manera aleatoria de una cantidad singular de material homogéneo, pueda darse con una probabilidad de aproximadamente el 95%
- LÍMITE DE REPRODUCIBILIDAD:** El valor bajo el cual la diferencia absoluta entre dos resultados de análisis llevados a cabo en diferentes laboratorios, usando muestras tomadas de manera aleatoria de una cantidad singular de material que es casi tan homogéneo como sea posible, puede darse con una probabilidad de aproximadamente el 95%

4. RESPONSABLES

Es responsabilidad de todos los analistas ejecutar el presente procedimiento, sin incluir variaciones.


5. REFERENCIAS

- ASTM D4239-14e1** Standard test method for sulfur in the analysis sample of coal and coke using high-temperature tube furnace combustion methods
- NTC-ISO/IEC 17025:2005** Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayos y calibración.
- ISO 19579:2006** Solid mineral fuels — Determination of sulfur by IR spectrometry

6. PROCEDIMIENTO

6.1 EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza analítica

	MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-005
	ANÁLISIS DE AZUFRE TOTAL EN CARBÓN Y COQUE – MÉTODO HORNO DE TUBO DE COMBUSTIÓN DE ALTA TEMPERATURA		Versión:	12
			Fecha:	Abril 2016
			Página	2 de 12

- Botes de combustión
- Determinador de Azufre LECO S144-DR
- Determinador de Azufre LECO S-632
- Estándares para calibración: Materiales de Referencia Certificados como NIST, BBOT: (2,5-di (5-terc-butylbenzoxazol-2-il) tiofeno, C₂₆H₂₆N₂O₂S).y/o Materiales de Referencia
- Oxígeno Industrial

6.2 GENERALIDADES

- La determinación del contenido total de azufre en el carbón y coque es necesaria no solo para completar el análisis requerido por razones económicas y ambientales, sino también para su utilización como complemento en otros análisis como el poder calorífico, análisis últimos y formas de Azufre.
- Este método puede ser clasificado como método instrumental el cual demanda mucho menos tiempo, con buena exactitud, permitiendo por su rapidez la repetición a corto plazo, además encontramos otras facilidades y ventajas de operación como:
 - ✓ Tener al mismo tiempo varios canales calibrados con diferentes rangos de porcentaje de azufre.
 - ✓ Chequear y/o modificar el valor de los estándares o niveles de calibración de cada método.
 - ✓ Mostrar los resultados por pantalla.
 - ✓ Borrar y corregir cualquier peso o entrada de identificación de muestras.
 - ✓ Verificar en un tiempo corto valores que presentan duda o están fuera de Repetibilidad o incertidumbre del método.

6.2.1 Tamaño de Partícula


El tamaño de partícula requerido para la realización este en las matrices Carbón y Coque bajo las normas ASTM e ISO es de 250 um y 212 um respectivamente

6.3 RESUMEN DEL MÉTODO

La muestra es quemada en un tubo de combustión con una temperatura de operación mínima de 1350 °C en una corriente de oxígeno para oxidar el azufre

6.4 ANALIZADOR LECO S-144 DR

- El presente procedimiento abarca los parámetros básicos de operación de los analizadores de azufre **S-144DR**, es muy importante que el operador se relacione con el manual del equipo en la sección de operación y mantenimiento.
- Estos equipos están en capacidad de determinar el contenido de azufre en diversos materiales como carbón, coque, diferentes materias primas minerales o mezclas de ellas, arcillas, hidrocarburos, calizas, shampoo, tabaco y otras plantas, etc. Algunas de ellas, cuya capacidad de combustión es o muy baja o muy alta, necesitarán la acción de un acelerante ó regulador de combustión, normalmente un **COM-AID Leco**.
- Los equipos **S-144 DR** operan basados en una capacidad limitada de absorción (o detección) de azufre por una celda, es decir, que este valor máximo no deberá sobrepasarse; para ello se deberá establecer un adecuado balance entre el peso de muestra utilizado y su contenido de azufre, por ejemplo, de una muestra con 30 % de azufre (esperado) solo podrán tomarse un máximo 0.18 gramos; de igual forma para sustancias de bajo contenido de azufre deberán tomarse cantidades mayores de muestra, pues los naturales errores de pesada afectan mas a las pequeñas porciones de muestra e inciden en la exactitud de los resultados. Además, deberemos considerar que un mayor peso de muestras contribuye a saturar más rápidamente los filtros, celdas y tubos de absorción.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-005
	ANALISIS DE AZUFRE TOTAL EN CARBON Y COQUE – METODO HORNO DE TUBO DE COMBUSTION DE ALTA TEMPERATURA	Versión:	12
		Fecha:	Abril 2016
		Página	3 de 12

NOTA: Siempre que se arranque el equipo, luego de una parada prolongada, espere al menos dos (2) horas antes de intentar análisis.

- Antes de correr patrones de calibración o muestras desconocidas, "cure" el equipo corriendo dos (2) muestras sin valor con el fin de acondicionar el equipo.
- Para estos equipos de determinación de azufre total, se describe en el procedimiento sólo los lineamientos básicos de la operación del mismo, pues no es la intención de los presentes SOP'S es tratar las teorías de funcionamiento.

6.4.1 Chequeo Operativo del Equipo


Para garantizar la precisión y exactitud de los resultados de los analizadores **S-144 DR**, proceda a verificar antes de su uso los siguientes Parámetros:

- **Estado de la Anhidrona:** Saque los tubos que contienen la Anhidrona y voltéelos uno por uno para verificar que la anhidrona se halle suelta y granulada sin finos; si no ocurre así, reemplace teniendo en cuenta adicionar una cantidad que no supere el cuello del tubo en el relieve, y que haya sido previamente pasada por un tamiz N° 16 ó N° 20
- **Presión de Oxígeno (O₂):** La presión de O₂ que se debe manejar la podemos ver en la regleta del equipo identificada como "PURGE FLOW", y cuya condición Standard debe ser 3 líneas. NO DEBE POR NADA SER INFERIOR A 3. Se pueden manejar valores por encima de 3 líneas, pero en este caso si aumenta el flujo, aumenta también el consumo de O₂.
- **Presión de Purgue:** Se verifica en la regleta identificada como "MEASURE FLOW" del equipo, la recomendada es de 3 líneas en la escala, si no es así, informe al encargado del mantenimiento para que realice los debidos ajustes, ya sea en el flujo o en la bomba, que puede estar presentando problemas.
- **Limpieza de Filtro:** El filtro debe estar siempre limpio y bien colocado, ya que podría introducirse sucio al equipo y lo podría dañar. Verifique diariamente el estado de limpieza del mismo.

6.5 ESTANDARES DE CALIBRACION

6.5.1 Consideraciones generales

- Seleccione materiales de referencia certificados con valores conocidos de azufre en base seca en el rango de las muestra a analizar.
- Para la calibración inicial y de verificación periódica de la linealidad del instrumento, al menos tres materiales de referencia tales como materiales de referencia certificados, carbones de referencia, o agentes de calibración son recomendados para cada rango de azufre a analizar.
- Los materiales de referencia deberían representar los puntos bajo y medio para el rango de azufre esperado.
- Cuando se determine una curva de calibración con múltiples puntos de calibración, dos de estos materiales de referencia deber ser ajustados de tal forma que cuando el tercer material de referencia sea probado este dentro del rango de los otros dos estándares, es decir, dos materiales son ajustados de tal forma que indiquen el punto mas alto y bajo de contenido de azufre. Cuando se ensaye el tercer material este debe estar en un punto medio o dentro del rango.
- Todos los resultados deben estar dentro de los valores permisibles de los estándares de referencia.
- Todos los materiales de referencia deber ser manejados con mucho cuidado y precaución para evitar la contaminación cruzada o el deterioro de los materiales.
- Se deben tener materiales de referencia, preferiblemente NIST u otra marca disponible en el mercado; estos deben estar almacenados en condiciones adecuadas. Cuando se tenga menos de 5 gramos del material de referencia en su envase debe ser desechado.
- Los patrones de calibración antes de su uso deben someterse a equilibrio con la sala de análisis durante aproximadamente una hora y media; luego homogeneizarse en el homogenizador circular y determinar la humedad para obtener su valor de referencia a base seca.
- El valor de la humedad, se colocará en el frasco correspondiente utilizando un adhesivo y registrando la fecha en que se hizo el análisis.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-005
	ANÁLISIS DE AZUFRE TOTAL EN CARBÓN Y COQUE – MÉTODO HORNO DE TUBO DE COMBUSTIÓN DE ALTA TEMPERATURA	Versión:	12
		Fecha:	Abril 2016
		Página	4 de 12

- El Certificado de calibración se archivará en el folder de **“CERTIFICADOS DE ESTÁNDARES Y DE CALIBRACIÓN”**.
- Evite dejar abiertos o mal cerrados los frascos de los estándares, ya que podrían contaminarse; limpie siempre la espátula antes de introducirla en el frasco.
- El material de referencia debe ser guardado en un desecador.
- Cualquier remanente al final del frasco debe ser desechado

6.5.2 Calibración de Métodos con la sustancia química BBOT

Para calibrar el analizador de azufre también se puede utilizar una sustancia pura llamada: BBOT: (2,5-di (5-terc-butylbenzoxazol-2-il) tiofeno, $C_{26}H_{26}N_2O_2S$). Este reactivo es un material de referencia certificado para el azufre (7,47% de azufre).

NOTA: En el caso del análisis de azufre bajo la norma ASTM, para cumplir con los requisitos de precisión de este método, se requieren seis (6) puntos de calibración para un ajuste lineal y ocho (8) puntos de calibración para un ajuste no lineal.


6.5.3 Operación de Equipos Leco S-144 DR y Leco S-632

- Verifique la correcta operación de los voltajes de las celdas de análisis (**LOW-HIGH CEL**), presionando **F9** para equipos **Leco S-144 DR**, y presione **SELENOID SWITCHES** para equipos **Leco S-632**, aquí también se verifica la temperatura de análisis.
- Antes de proceder con el análisis de azufre, corra un **(2)** blanco, dos **(2)** basuras (muestras de carbón sin tener en cuenta los resultados) y dos (2) muestras del Estándar de verificación del método o canal a usar.
- Una vez corridos los estándares y si sus resultados cumplen con los parámetros establecidos, empiece a correr las muestras. Durante la jornada de trabajo verifique el funcionamiento del equipo corriendo el estándar de verificación de cada diez (10) corridas.
- Un estándar de verificación debe ser corrido cada diez (10) corridas.
- Si el resultado del chequeo de verificación se encuentra fuera de parámetro, proceda a calibrar. Correr nuevamente las muestras corridas antes del estándar que se encontró fuera de parámetro.
- Para muestras desconocidas, el contenido de azufre se debe determinar por contraste con un patrón de contenido semejante.
- Si el contenido porcentual de azufre de una muestra se encuentra por fuera del rango de calibración del método empleado, ésta deberá analizarse nuevamente en forma sencilla en un nivel adecuado de calibración.
- Para el proceso de calibración se recomienda:
- Ajustar los métodos creados en el equipo en diferentes rangos, de acuerdo a los valores usuales de azufre habitualmente obtenidos.
- Ajustar un canal utilizando varios estándares de contenidos de azufre diferentes: por ejemplo: **0.465%, 1.05% y 1.95%**, con el fin de abarcar mayor número de muestras con diversos contenidos de azufre, y evitar correr las muestras en varios canales en caso de que se salgan del rango de calibración del método empleado inicialmente.
- Si durante la operación fuera necesario el cambio de alguno de los tubos de absorción, filtros, ajustar alguno de los parámetros electrónicos del equipo etc., corra un nuevo blanco y chequee la calibración con muestras Estándar.

ADVERTENCIA: Los equipos **Leco S-144 DR y S-632** utilizan tubos de combustión de cerámica, muy sensibles a los cambios de temperatura, por cual se deberán evitar al máximo posible los cortes de energía de duración mayores a 10 - 12 minutos. Estos tubos son además costosos y de importación.

6.5.3.1 Operación del Determinador de azufre LECO S-144DR

- Eleve la temperatura al menos a 1350°C
- Para iniciar la operación del equipo pulse doble click al icono de acceso al Software **S-144DR**

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-005
	ANÁLISIS DE AZUFRE TOTAL EN CARBÓN Y COQUE – MÉTODO HORNO DE TUBO DE COMBUSTIÓN DE ALTA TEMPERATURA	Versión:	12
		Fecha:	Abril 2016
		Página	5 de 12

- Inserte filas mediante F3 o click en F3 (add sample)
- Identifique las muestras a correr
- Pese una porción de muestra de acuerdo a instrucciones del manual del fabricante, pulverizada a malla 60. Digite el peso en el registro en el Software.
- Oprima F4 en el teclado o haga Click en F4, analice y espere que aparezca la ventana con el mensaje **“PUSH BOAT INTO FURNACE”** o “Introducir bote”, hágalo colocando el bote en lo profundo del tubo de combustión, cierre la mirilla y espere que la muestra queme, verificando en el gráfico del computador la finalización.
- Repita el proceso hasta que termine las muestras a analizar.
- Repita el ensayo para aquellas muestras cuyo contenido de Azufre esté por fuera del rango del método usado, aplicando esta vez el método que más se ajuste a aquel.

6.5.3.1.1 Calibración

Número de Puntos para la Verificación de la Curva

- **Norma ASTM:** Es necesario que para obtener una buena precisión de este método se debe realizar con 6 niveles de peso para una curva lineal y 8 de niveles de peso para una curva Cuadrática o cúbica. **Ver Anexo 3: Tabla 2**, en el numeral 6.10 Anexos
- **Norma ISO:** Tenga en cuenta lo indicado en el numeral 6.5.3.1.2 Procedimiento de Ajuste de la curva

Pesos de muestras para Ajuste de la Curva

- ✓ **Norma ASTM:** La norma ASTM 4239 no especifica un peso determinado de muestras para el ajuste, por lo que se tomará como referencia el peso más bajo de la calibración para el procedimiento de análisis de muestras.
- ✓ **Norma ISO:** La Norma ISO 19579 recomienda ajustar el instrumento con un rango de pesaje de **0.2000 g a 0.5000 g**.

6.5.3.1.2 Procedimiento de Ajuste de la curva


Para el procedimiento de calibración tenga en cuenta lo siguiente:

- ✓ Use por lo **mínimo 3 estándares** primarios según el rango a verificar.
- ✓ Corra varios niveles de pesos por estándar usado (4 niveles) con aproximadamente una diferencia de 0.1000 g entre cada nivel; por ejemplo 0.2000, 0.3000, 0.4000, 0.5000 g.
- ✓ Seleccione los valores corridos y presione **F8 o CALIBRATE**, inmediatamente el Software abre una ventana donde muestra la nueva curva de calibración.
- ✓ Verifique que la curva pase y se encuentre dentro de todos los niveles de peso, si es así, haga **Click en print y aceptar**, para guardar la verificación. El equipo le solicitara seleccionar la celda a calibrar **“LOW SULPHUR” “HIGH SULPHUR”**, seleccione, y oprima aceptar. Terminado **el ajuste**, corra los patrones de **la curva**, con el fin de verificar que esta esté correcta, de lo contrario, omita la curva, presionando **Click cancelar**, repita el proceso.

6.5.3.1.3 Verificaciones de la curva de calibración

Para este proceso, tome un estándar primario que no se haya utilizado en el ajuste del instrumento y proceda como sigue:

- ✓ Al finalizar la curva de calibración, corra una muestra por duplicado de estándar primario que no se encuentre dentro de los puntos del ajuste inicial, verifique y grafique, si este no cumple con los parámetros de QC rectifique la curva y de ser necesario corrala nuevamente.
- ✓ Al inicio y al final de cada jornada de trabajo corra este mismo estándar de verificación junto con el de verificación cada 10 corridas.
- ✓ Cada 10 corridas verifique con un material de referencia certificado o un material de referencia del laboratorio.
- ✓ Si durante el proceso los valores de Azufre están por fuera de la tolerancia, ajuste nuevamente el instrumento.

	MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-005
	ANALISIS DE AZUFRE TOTAL EN CARBON Y COQUE – METODO HORNO DE TUBO DE COMBUSTION DE ALTA TEMPERATURA		Versión:	12
			Fecha:	Abril 2016
			Página	6 de 12

- ✓ Si durante la operación fuera necesario el cambio de algún filtro, tubos de reactivos, tanque, etc., corra un nuevo blanco y verifique nuevamente con un estándar. Calibre si es necesario.

6.5.3.2 OPERACIÓN DEL ANALIZADOR DE AZUFRE LECO S-632

6.5.3.2.1 Equipo

Horno de tubo: Consiste en una porcelana, de Zirconio o tubo de mullita de combustión y el silicio de carburo como de elementos de calefacción. Los elementos de calefacción producen una temperatura mínima de 1350 ° C, dentro de la zona de combustión del tubo. Los gases producidos por la quema de la muestra con el oxígeno en esta zona son retirados al final por una bomba de vacío, a través de una trampa de humedad.

Trampas de humedad: Consiste en un tubo de vidrio que está lleno de un agente de secado como el perclorato de magnesio. Un extremo del tubo (de entrada) se conecta al extremo de escape del tubo de combustión. El extremo de salida está conectado a la bomba de vacío.

Bomba de vacío: dispositivo mecánico que se utiliza para succionar los gases del tubo de combustión, a través de la trampa de humedad.

Regulador de caudal: dispositivo mecánico que se utiliza para reducir la presión del flujo de la bomba de vacío a la célula de infrarrojos.

Control de flujo: se utiliza para el control de regular la cantidad de oxígeno en el tubo de combustión.

Celda infrarroja: tubo de vidrio que está chapada en oro en el interior. En un extremo está un emisor de infrarrojo con un filtro de banda y una entrada de gas. En el otro extremo está el detector y la salida de gas


Controles por microprocesador: sección de informática del analizador que controla todos los circuitos individuales del analizador, como el tablero de control de temperatura, tabla de IR celular, tarjeta de comunicaciones, etc.

Barco de combustión: Hecho de material libre de hierro y se usa para contener la muestra.

Balanza analítica: Con una capacidad mínima de 50 gramos y una sensibilidad de 0,1 miligramos (0.0001g).

6.5.3.2.2 Sistema de puesta en marcha

- ✓ Retire el tubo anhidrona y descarte el material en el lavamanos o fregadero, y lávelo con agua corriente. NO arrojar a la basura. El perclorato de magnesio es un fuerte oxidante y puede causar incendios.
- ✓ Limpie, lave y seque el tubo hasta el fondo con el fin de eliminar el agua. Use aire comprimido, sople el filtro de micras en el extremo del tubo de reactivo. Este filtro micras debe ser reemplazado por lo menos una vez al mes para evitar problemas de medir el flujo.
- ✓ El filtro sólo se puede limpiar a fondo con un limpiador ultrasónico.
- ✓ Tamice la anhidrona sobre un tamiz de malla 20.
- ✓ Vuelva a colocar en el tubo la anhidrona tamizada a malla de 20 anhidrona de acuerdo con el manual de instrucciones.
- ✓ Con el uso de un cepillo de alambre, limpie la punta de metal en el analizador, donde se conecta el tubo con anhidrona.
- ✓ Con una pequeña cantidad de lubricante de silicona, engrase ligeramente la parte superior e inferior de las juntas.
- ✓ Vuelva a colocar el tubo con la anhidrona.
- ✓ Inspeccione el **filtro**. Reemplazar si es necesario.
- ✓ Abra la válvula de la bombona de oxígeno y ajustar la presión de salida a 40 psi.
- ✓ Abra la válvula del tanque de nitrógeno y ajustar la presión de salida a 45 psi.
- ✓ Haga clic en **DIAGNÓSTICO** en la parte superior de la pantalla. Un menú desplegable aparece.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-005
	ANÁLISIS DE AZUFRE TOTAL EN CARBÓN Y COQUE – MÉTODO HORNO DE TUBO DE COMBUSTIÓN DE ALTA TEMPERATURA	Versión:	12
		Fecha:	Abril 2016
		Página	7 de 12


- ✓ Haga clic en Verificar los sistemas. Haga clic en **INICIO**. El analizador llevará a cabo una serie de pruebas. A medida que cada pase, en la pantalla junto a la prueba se pondrá verde. Una luz roja indica el fracaso y el analizador requiere mantenimiento. X - fuera del menú.
- ✓ Haga clic en **SOLENOIDES**
- ✓ **SWITCHES**. Haga clic en la **BOMBA DE COMBUSTIÓN** y cajas **LANCE DE FLUJO**
- ✓ Retire el dispositivo de recogida de barco. Compruebe que la rotámetro flujo medido se encuentra en 2,5 a 3,0 y el flujo rotámetro Lance es de 1,0.
- ✓ Si el flujo medido y el flujo no se lanza a estos valores, no proceda con el análisis. Realizar tareas de mantenimiento, de acuerdo con el manual de instrucciones **LECO** o representante de servicio.
- ✓ Desactive la **BOMBA DE COMBUSTIÓN** y cajas **LANCE DE FLUJO**. Cerrar la ventana.
- ✓ Verifique el indicador de temperatura del horno situado en la esquina inferior derecha del monitor.
- ✓ Se debe tener un mínimo de 1350 ° C. Si no, no proceda con el análisis.
- ✓ Realizar tareas de mantenimiento, de acuerdo con el manual de instrucciones **LECO** o representante de servicio.
- ✓ Después de realizar el mantenimiento, haga clic en **mantenimiento** en la parte superior de la pantalla. Un menú desplegable se abre. Haga clic en **LOGIN** y una lista de elementos aparecen. Haga clic en las casillas de los elementos que han sido cubiertas. Haga clic en **Aceptar**.

6.6 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

- 1) Pesar dos (2) muestras para acondicionar el equipo, de acuerdo con los pasos descritos en el numeral en el numeral **6) Muestras de pesaje**. La muestra puede ser algunas de las muestras del lote, que va analizar. No utilice productos de calibración o de CRM para el acondicionamiento, ya que su costo es alto y pueden tener problemas con la disponibilidad.
Los resultados analíticos de las carreras de acondicionamiento serán descartados. Se Utilizan sólo para preparar el analizador de azufre.
- 2) Pese una porción de muestra de cada uno de los estándares utilizados en la calibración de acuerdo con los pasos descritos en el numeral **6) Muestras de pesaje**. Estas muestras se utilizan para verificar que la calibración no ha sufrido alteración alguna.
El peso de las muestras de control de calidad dependerá del peso tomado, cuando se realice la calibración.
- 3) Las muestras de control de calidad, se pesaran en el siguiente orden:
 - ✓ Estándares de calibración.
 - ✓ Material de referencia Certificado (por duplicado).
 - ✓ Material de referencia del laboratorio (estándar secundario).
- 4) Haga clic en Analizar en la parte superior de la pantalla o presione F5 en el teclado, espere que aparezca la ventana con el mensaje **“LOAD SAMPLE INTO FURNACE”** o “Introducir bote”, hágalo colocando el bote en lo profundo del tubo de combustión, cierre la mirilla y espere que la muestra queme, verificando en el gráfico del computador la finalización.
 - Analice las muestras de control de calidad, grafique el estándar de aseguramiento de calidad, si este cumple con las desviaciones determinadas, prosiga con el lote de muestras del día, de lo contrario detenga el proceso, repita el análisis del estándar y si aún el equipo no pasa el aseguramiento de calidad, tome las acciones correctivas pertinentes e informe al Supervisor líder o a la persona encargada de la calidad.

NOTA: Para los laboratorios que utilicen la aplicación SLIM, la verificación de los equipos se realizará mediante “Job de Verificación”, el cual será creado mensualmente para cada equipo por el Analista responsable en turno. Este mecanismo permitirá evaluar el funcionamiento correcto de los equipos

- Si el analizador requiere una nueva curva para su ajuste, proceda a analizar los estándares

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-005
	ANÁLISIS DE AZUFRE TOTAL EN CARBÓN Y COQUE – MÉTODO HORNO DE TUBO DE COMBUSTIÓN DE ALTA TEMPERATURA	Versión:	12
		Fecha:	Abril 2016
		Página	8 de 12

- Pese las muestras para analizar, deben alternar cada (10) secuencia, a con un material de referencia o estándar de verificación secundario, esto para asegurarse de que el analizador no se ha movido fuera de la calibración.
- Al final del lote de muestras analizadas en el día, se cerrará la hoja de trabajo, con los estándares de calibración y dos (2) blancos, esto para asegurar que tanto la calibración como la operatividad del equipo quedan en óptimas condiciones, los blancos son para purgar el equipo de todo rastro de azufre.
- Seleccione las muestras analizadas desde los blancos iniciales, hasta los finales e imprima la hoja de trabajo, llene la información solicitada y antes de guardar junto con la hoja de los pesos de muestra, esta debe ser firmada por el analista y el Superviso Líder del Laboratorio.
- Apague los gases de análisis presionando F8.


5) CURVA PARA EL AJUSTE DEL INSTRUMENTO

- Pese cada uno de los estándares de requeridos para el ajuste del instrumento: alta, media y baja concentración.
- Haga clic en Analizar en la parte superior de la pantalla.
- Analizar todos los calibradores de verificación
- Resaltar todos los resultados.
- Haga clic en Configuración en la parte superior de la pantalla. Seleccione **NUEVA CALIBRACIÓN** del menú desplegable. La calibración de la pantalla se mostrará.
- Haga clic en la flecha de la celda desplegable y seleccione **SO₂ BAJA**.
- Haga clic en la celda y seleccione el tipo de curva. Debajo de esto en la pantalla de error RMS. Seleccione lineal, cuadrática o cúbica de la celda del tipo de curva, debajo del menú y seleccione la curva que mejor se adapte a los puntos de datos como se indica en el más mínimo error RMS.
 - ✓ El error RMS se verán afectados por la supresión o cualquiera de los puntos de datos a partir de la curva de calibración. Estos son puntos que no se cruzan con la curva
 - ✓ Para incluir o excluir un punto de datos, coloque el cursor sobre el resultado obtenido en la columna estándar y haga clic en el ratón para resaltarlo.
 - ✓ Haga clic con el ratón y un menú desplegable que aparece. Seleccionar incluir o excluir el menú.
 - ✓ Cuando el resultado se excluye que será de color gris.
- Haga clic con la flecha en WEGHTING, y seleccione 1/certified.
- Seleccione la celda que se está calibrado (**CELL SO₂LOW**). Clic en Guardar y cierra la ventana. La calibración se ha completado
- Imprima la hoja de calibración, adjunte la hoja de pesos de muestra, fírmela y guárdela en la carpeta de trabajo.

6) MUESTRAS DE PESAJE

- Mezclar bien la muestra antes del pesaje
- Inspeccionar los botes o barcos de azufre para la limpieza. Limpie si es necesario mediante el raspado del bote, para eliminar los depósitos de hierro.
- Colocar un barco en la balanza.
- Tarar el barco a 0.0000 g.
- Seleccionar la muestra a analizar y mezclar la muestra con la mano por cinco segundos.
 - ✓ Si bien la muestra puede haber sido ya mezclada, es necesario mezclar la muestra una vez más a mano inmediatamente antes de la extracción de una porción de pesaje para su análisis.
 - ✓ Pese rápidamente con una precisión de 0,1 mg (0.0001g) aproximadamente 0.2000 g de muestra (0.1999-0.2001g) de la muestra en el barco.

NOTA: Por recomendaciones del fabricante del equipo, el peso de muestras, no deben exceder los 0.35 g de muestra, ya que esto afectará las condiciones operativas del mismo. Solo para las calibraciones se tomarán pesos diferentes como lo describe el numeral 7.5.1.1.2 del presente procedimiento. Por tanto el laboratorio tomará un rango de pesaje de 0.1999-0.2001 g de muestra.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-005
	ANÁLISIS DE AZUFRE TOTAL EN CARBÓN Y COQUE – MÉTODO HORNO DE TUBO DE COMBUSTIÓN DE ALTA TEMPERATURA	Versión:	12
		Fecha:	Abril 2016
		Página	9 de 12

- Registre el peso de las muestras en el formato de trabajo **MIN-LC-F-P005-002 Análisis de azufre usando horno de alta temperatura.**
- Pesadas todas las muestras para analizar, identifíquelas en el programa del equipo, manteniendo el mismo orden de pesaje, seleccione el método calibrado para “LOW SULPHUR” o el método calibrado.
- Si se utiliza una balanza que esta conectada en interfase con un computador, capture directamente el peso de la balanza para el equipo en el campo correspondiente.
- Golpee suavemente los costados de la embarcación, sin derramar muestra, para difundir la muestra de manera uniforme en la parte inferior de la embarcación. Presione F5 y espere **“load sample into furnace” “cargar muestra dentro del horno”** e introduzca el bote con la muestra en el horno.
- Continúe de esta manera hasta culminar con todas las muestras de análisis.

6.7 CONTROL DE HUMEDAD DE ESTÁNDARES DE AZUFRE

- Utilice el formato **MIN-LC-F-P005-001 Registro de humedad de estándares de azufre**, para registrar la humedad de los estándares de control utilizados para el ajuste del instrumento y/o verificación del ó los métodos.
- Realice esta verificación mensualmente.

6.8 ANÁLISIS DE MUESTRA CONTROL

- Analice una Muestra Control (Round Robin, Estándar secundario, otro), junto con las muestras del día. Utilice el formato **MIN-LM-F-I002-008 Muestra de control-análisis próximos**, para el registro y control de resultados.
- Para los laboratorios que utilicen la aplicación **SLIM**, la Muestra Control, se identificará como **“QC”**, ingresando los resultados en esta aplicación para su evaluación.

6.9 PRECISIÓN

Como comercialmente en los contratos de compra y venta se maneja el concepto de la Precisión de los resultados basados en los criterios de Precisión de las normas, para cumplir con las especificaciones contractuales.


Ver Anexos 1 y 3 en el numeral 6.10 Anexos, correspondientes a los datos de precisión estipulados por las normas ASTM D4239 e ISO 19579, para el análisis de Azufre en las matrices: carbón y coque

6.10 ANEXOS

Anexo 1: Repetibilidad y Reproducibilidad – Norma ASTM D4239-14

TABLE 1 Method A-Repeatability and Reproducibility for Sulfur in 250 µm (No.60) Coal and Coke			
	Range, %	Repeatability Limit (r)	Reproducibility Limit (R)
Coal	0.28–5.61	$0.02 + 0.03 \bar{X}^A$	$0.02 + 0.09 \bar{X}^A$
Coke	0.52–0.84	0.02	$0.08 \bar{X}^A$

^A Where \bar{X} is the average of two single test results.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-005
	ANÁLISIS DE AZUFRE TOTAL EN CARBÓN Y COQUE – MÉTODO HORNO DE TUBO DE COMBUSTIÓN DE ALTA TEMPERATURA	Versión:	12
		Fecha:	Abril 2016
		Página	10 de 12

Anexo 2: Número de puntos / Curva calibración – Norma ASTM D4239-14

Tabla 2: Número mínimo de puntos de calibración en una curva	
Curva	Números de puntos de calibración
Lineal	6
Cuadrática	8
Cúbica	8

Anexo 3: Repetibilidad reproducibilidad – Norma ISO 19579:2006

REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD NORMA ISO 19579:2006	
Malla 212 µm	
Repetibilidad	r= 0.02+0.03*
Reproducibilidad	R= 0.02+0.09*

7. REGISTROS


CÓDIGO/NOMBRE	RESPONSABLE	UBICACIÓN	PERIODO
MIN-LC-F-P005-001 Registro de humedad de estándares de azufre	Supervisor líder de laboratorio/Analistas	Laboratorio / Archivo	1 Año
MIN-LC-F-P005-002 Análisis de azufre usando Horno de alta temperatura	Supervisor líder de laboratorio/Analistas	Laboratorio / Archivo	5 Años


8. CONTROL DE CAMBIOS


Elaborado Por: Maribel Brochero

Cargo: Profesional de Calidad

VERSIÓN	FECHA	REVISÓ	APROBÓ	CAMBIOS
1	Octubre de 2011	Armando Hernández/ Especialista Técnico	Yolima Rincón/ Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Separación del SGC de los Sectores: Minerales y Ambiental. - Modificación en la estructura del documento de acuerdo a lo establecido en el procedimiento: MIN-QA-P-001 "Identificación, Preparación y Control de documentos" - Inclusión de Equipo determinador de azufre LECO S-632 Actualización según Norma ASTM D 4239-11
2	Marzo de 2012	Armando Hernández /	Yolima Rincón/ Jefe de	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización de acuerdo a última revisión de la

		MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-005
		ANALISIS DE AZUFRE TOTAL EN CARBON Y COQUE – METODO HORNO DE TUBO DE COMBUSTION DE ALTA TEMPERATURA		Versión:	12
				Fecha:	Abril 2016
				Página	11 de 12
		Especialista Técnico de laboratorio	Laboratorio	Norma ASTM D4239-12 - Inclusión de Tabla N° 2 en el procedimiento - Inclusión de formato MIN-LC-F-P005-001 Registro de humedad de estándares de azufre. - Cambio en el numeral 2.0: Alcance - Inclusión de numeral 7.7 Control de humedad de estándares de azufre	
3	Agosto de 2012	Yomaira Díaz / Supervisor Líder de laboratorio	Yolima Rincón/ Jefe de Laboratorio	- Inclusión de del Formato MIN-LC-F-P005-002 en el procedimiento	
4	Mayo de 2013	Yomaira Díaz / Supervisor Líder de laboratorio	Yolima Rincón/ Jefe de Laboratorio	- Inclusión de NOTA en 7.2.1 - Cambio en los numerales: 7.3.1, 7.3.2, 7.4.1.1.1 y 7.4.1.1.2	
5	Octubre de 2013	Yomaira Díaz / Supervisor Líder de laboratorio	Yolima Rincón/ Jefe de Laboratorio	- Actualización según MIN-QA-P-001 Control de documentos: Inclusión de la palabra CONFIDENCIAL en el pie de página de los documentos	
6	Noviembre de 2013	Yomaira Díaz / Supervisor Líder de laboratorio	Yolima Rincón/ Jefe de Laboratorio	- Actualización del documento según nueva versión de la norma ASTM D4239-13. - Inclusión del numeral 7.3.2: Calibración con la sustancia química BBOT - Cambio en el numeral 6.0 Equipos y materiales	
7	Mayo de 2014	Yomaira Díaz / Supervisor Líder de laboratorio	Yolima Rincón/ Jefe de Laboratorio	- Actualización del documento según nueva versión de la norma ASTM D4239-14. El documento continua vigente	
8	Noviembre de 2014	Yomaira Díaz / Supervisor Líder de laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	- Inclusión de Método de ensayo en el numeral 2.0: Alcance, de las condiciones ambientales Cambio en el numeral 3.0 Definiciones: Adición de Límite de Repetibilidad y de Reproducibilidad - Inclusión de Método de ensayo ISO 19579 en el numeral 2.0: Alcance - Cambio en los numerales 7.6. 3.4.1 : Inclusión de la aplicación SLIM. - Inclusión de los numerales: 7.8 y 7.9 en el documento	
9	Abril de 2015	Yomaira Díaz / Supervisor Líder de laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	- Inclusión de la norma ISO 19479, en los numerales 2.0 y 4.0 - Cambio en el numeral 7.4.3; actualización en el numeral 7.5 según norma ISO 19479. - Inclusión de nota en el numeral 7.6.3.4.1, y del los numerales 7.8 y 7.9	
10	Septiembre 2015	Genny Blanco/ Supervisor de preparación de muestras-laboratorio	Yomaira Díaz / Supervisor Líder de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en la estructura del documento según lo indicado en el procedimiento OI-QA-P-01 Control de documentos • Cambio en el numeral 1: Actualización de la razón social • Inclusión del numeral 6.2.1 Tamaño de partícula • Cambio en los numerales 6.5.2 y 6.5.3, indicando aclaraciones en el procedimiento entre la norma 	

		MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-005
		ANALISIS DE AZUFRE TOTAL EN CARBON Y COQUE – METODO HORNO DE TUBO DE COMBUSTION DE ALTA TEMPERATURA		Versión:	12
				Fecha:	Abril 2016
				Página	12 de 12
				ASTM e ISO <ul style="list-style-type: none"> • Cambio en el numeral 6.9 Precisión • Adición del Anexo 3 en el numeral 6.11: Inclusión de la precisión bajo la norma ISO 19579 	
11	Noviembre 2015	Yomaira Díaz / Supervisor líder de laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de laboratorio	- Se corrige el código del documento en el del numeral 8. (cambio número 10): Indicaba OI-QA-001 Control de documentos, y es OI-QA-P-01 Control de documentos	
12	Abril 2016	Gina Gravini / Analista I de laboratorio	Yomaira Díaz / Supervisor líder de laboratorio	- Cambio en la estructura del documento según QA-P-01 Control de documentos	

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	1 de 26

1. OBJETIVO

Proporcionar la metodología a seguir para la determinación del **Poder calorífico** en muestras de **Carbón y Coque**, realizados en el área **Laboratorio de Minerales de SGS Colombia S.A.S.**

2. ALCANCE

- Este método de ensayo es aplicable para la determinación del Poder calorífico en muestras de Carbón y Coque, bajo norma ASTM D5865 e ISO 1928, según Método Calorimétrico
- Este procedimiento requiere de condiciones específica de temperatura (22°C +/-6°C) y humedad relativa (50% +/-20%). Sin embargo los problemas asociados a la pérdida o ganancia de humedad en las muestras de ensayos, se evitan o se corrigen, cuando la muestra se seca al aire y se equilibran al ambiente, antes de la pulverización, para análisis.

3. DEFINICIONES

CALORIMETRO AUTOMATICO: Es un calorímetro que tiene microprocesador automático, que toma las lecturas termométricas y calcula el valor de calibración y el calor de combustión.

UNIDAD TERMICA BRITANICA (Btu): Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una libra de agua líquida en una atmosfera de presión en un grado Fahrenheit.

LIMITE DE REPETIBILIDAD: El valor bajo el cual la diferencia absoluta entre dos resultados de análisis calculados en determinaciones de análisis consecutivas separadas, llevadas a cabo en la misma muestra, el mismo laboratorio, por el mismo operador, usando el mismo aparato en las muestras tomadas de manera aleatoria de una cantidad singular de material homogéneo, pueda darse con una probabilidad de aproximadamente el 95%


LIMITE DE REPRODUCIBILIDAD: El valor bajo el cual la diferencia absoluta entre dos resultados de análisis llevados a cabo en diferentes laboratorios, usando muestras tomadas de manera aleatoria de una cantidad singular de material que es casi tan homogéneo como sea posible, puede darse con una probabilidad de aproximadamente el 95%

4. RESPONSABLES

Es responsabilidad de todos los Analistas del laboratorio y del Personal directivo el cumplimiento de este procedimiento. Ver numeral 6.2.4 Responsabilidades, del presente documento.

5. REFERENCIAS

- **ASTM D5865-13** Test method for gross calorific value of coal and coke
- **ISO 1928:2009** Solid mineral fuels - determination of gross calorific value by the bomb calorimetric method and calculation of net calorific value
- **ISO/IEC 17025:2005** Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayos y calibración
- **ASTM E144-14** Practice for safe use of oxygen combustion vessels
- **MIN-LM-P-010** Políticas de Calibración
- **MIN-LM-F-P010-003** Verificación de Calibración del Material Volumétrico.
- **MIN-LM-F-P006-007** Verificación de la Linealidad de los Calorímetros.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	2 de 26

6. PROCEDIMIENTO

6.1 TAMAÑO DE PARTÍCULA

El tamaño de partícula requerido para la realización de este análisis en las matrices Carbón y Coque bajo las normas ASTM e ISO es de 250 um y 212 um respectivamente

6.2 EQUIPOS Y MATERIALES

- **Reactivo Agua:** Según los requerimientos de conductividad para el Tipo II de Las Especificaciones D1193 para la preparación de reactivos y lavado interno de la bomba
- **Pureza de los Reactivos:** Use reactivos de grado químico conforme a las especificaciones del Comité de Reactivos Analíticos de la Sociedad Química Americana en todos los ensayos.
- **Acido Benzoico:** Patrón (C₆H₅COOH) – Tabletas hechas de ácido benzoico suministradas por el Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST) o ácido benzoico calibrado contra un material estándar de la NIST. El poder calorífico del ácido benzoico, para uso en los cálculos de las calibraciones, debe ser traceable a un valor certificado admitido.
- **Oxígeno:** Fabricado de aire líquido, garantizado con una pureza mayor a 99.5%, y libre de materia combustible. El Oxígeno hecho por proceso electrolítico contiene pequeñas cantidades de hidrógeno haciéndolo inadecuado a menos que sea purificado con el paso de óxido de cobre a 500°C.
- **Indicador de Titulación – Metil naranja, metal rojo o metal púrpura** para indicar el punto final cuando se titula el ácido formado durante la combustión. El mismo indicador puede ser usado para ambas la calibración y las determinación de poder calorífico
- **Solución estándar – Carbonato de Sodio (Na₂CO₃)** u otra solución estándar adecuada. Disuelva 3.757 g de carbonato de sodio, secado por 24h a 105°C en agua, y diluya a 1L. Un mililitro de esta solución es equivalente a 4.2 J (1.0 caloría) en la titulación del ácido.
- **Crisoles Porta-muestras:** Se puede usar crisol abierto de platino, cuarzo o de aleación de metal. Para los crisoles de aleación de metal, antes de su uso en el calorímetro, se debe realizar un tratamiento térmico mínimo de 4 horas a 500°C, para asegurar que la superficie del crisol se oxide completamente, son aceptados si después de tres quemas, el peso no varía en más de 0,0001 g.
- **Bureta Graduada:** Bureta de vidrio previamente Calibrada y verificada según procedimiento MINLM-P010 Políticas de Calibración y el Formato MIN-LM-F-P010-003 Verificación de Calibración del Material Volumétrico.


NOTA: Utilice el formato **MIN-LM-F-P010-003** Verificación de Calibración del Material Volumétrico en el numeral, para la verificación de calibración de la bureta graduada.

6.3 AVISOS DE SEGURIDAD

- El Personal Analista debe ser entrenado en el Manejo y práctica de Operaciones de seguridad durante la ejecución del ensayo de Poder calorífico, y en el Mantenimiento de las bombas de combustión.
- Debido a la alta presión de oxígeno que se maneja dentro de la bomba de combustión, uno de los principales riesgos ó peligros durante el análisis de Poder calorífico, es la Potencial posibilidad de Explosión de las bombas

NOTA: Para instalación y operación del equipo, consulte las instrucciones del fabricante del calorímetro antes del uso.

- Previo al uso de calorímetro, el Personal de laboratorio que opere este equipo, debe estar completamente familiarizado con todas las Instrucciones pertinentes a la operación segura de las bombas de combustión.
- Cada 500 quemas, la bomba de combustión deberá ser desmontada para su limpieza, y los anillos (O-Rings) deben ser reemplazados

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	3 de 26

6.3.1 PRUEBAS HIDROSTÁTICAS


- La realización del ensayo hidrostático a las bombas de combustión, de acuerdo a la norma ASTM E144-14 (2011), debe realizarse cada 5000 corridas, ó en un intervalo más frecuente cuando los sellos u otras partes muestren evidencia de deterioro.
- Solicitar al Proveedor la entrega del Certificado donde indique que la bomba nueva ha pasado satisfactoriamente las pruebas hidrostáticas y la prueba descrita en los apartados 3 y 4 de la ASTM E144-14 (2011)
- La prueba hidrostática deberá repetirse si se presenta cualquiera de los siguientes casos:
 - ✓ Cada 5000 Corridas
 - ✓ Cuando el resultado arrojado por cualquiera de las muestras sea >35000J, ó cuando la presión de oxígeno inyectada a la bomba de combustión sea >500 psi
 - ✓ Por Ignición de cualquier parte interna del contenedor, incluyendo el crisol
 - ✓ Por Ignición de cualquier parte interna del bomba, incluyendo el crisol
 - ✓ Excesiva corrosión o defectos de superficie
 - ✓ Por Desgaste notable de la rosca
 - ✓ Por Caídas , golpes o sospechas de caídas de la bomba al piso

NOTA: Este es el límite de seguridad de la bomba de combustión, NO exceda este límite. Exceder este límite, puede resaltar en fallas de la bomba de combustión, causando la muerte, daños personales serios, y/o daños materiales.

6.3.2 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD ADICIONALES

Las siguientes recomendaciones, están en concordancia con la norma ASTM E144-14, la cual define la Práctica estándar para el Uso Seguro de las Bombas de Combustión. Prácticas de Seguridad adicionales, pueden ser necesarias para cumplir con los procedimientos internos de Seguridad del Laboratorio, y los estándares alternativos internacionales.

- ✓ Inspeccione cuidadosamente las partes de la bomba antes de cada uso. Reemplace las partes agrietadas o con gasto considerable. Reemplace los empaques y asientos de la válvula de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- ✓ Para más detalles, consulte el Manual del fabricante.
- ✓ La masa de la muestra, y cualquier ayuda de combustión así como la presión del oxígeno permitida para la bomba, no deben exceder las especificaciones del fabricante
- ✓ Si se sospecha que una muestra desconocida tiene un valor muy alto de Poder calorífico, pese una cantidad menor a la estipulada en el procedimiento, durante la primera prueba
- ✓ Nunca analice una muestra que pueda reaccionar explosivamente
- ✓ No realice la quema de la muestra, después de cualquier situación en la que la muestra haya podido ser derramada en la bomba de combustión.
- ✓ Nunca queme ácido benzoico u otros ácidos en polvo, excepto cuando el polvo de ácido benzoico sea usado como un pico. Se puede utilizar el ácido benzoico peletizado (en pastillas).
- ✓ Equipe el cilindro de oxígeno con un tipo de mecanismo de seguridad aprobado, así como una válvula de seguridad, además de la válvula de aguja, y un medidor de presión para regular la entrada de oxígeno a la bomba.
- ✓ Las válvulas, los manómetros y empaques deben cumplir con los códigos de seguridad industrial.
- ✓ El Regulador de presión está equipado con una Válvula pop-off (Válvula de Seguridad), adecuada para 500 psi (34,5 bars), y debe ser verificada periódicamente. La Presión correcta de oxígeno es 420 psi (29 bars)
- ✓ Las válvulas reductoras y adaptadores adecuados de 3 a 4 MPa (300- a 500-psig) de presión de descarga pueden conseguirse en el comercio de equipos de gas comprimido.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	4 de 26

- ✓ Chequee anualmente el manómetro para verificar la precisión, o después de cualquier exceso de presión que alcance la presión máxima del medidor.
- ✓ Mantenga siempre la bomba de combustión en buenas condiciones. Cualquier parte que muestre signos de deterioro, debe ser reemplazada inmediatamente.
- ✓ Utilice siempre los conjuntos emparejados: Vasos de combustión de oxígeno, Tapas, etc.,
- ✓ Durante la quema de la muestra, el operador no debe colocar ninguna parte del cuerpo sobre el calorímetro
- ✓ No encienda la bomba, si la bomba se ha caído o volteado después de cargada.
- ✓ Antes de encender la bomba, asegúrese de que la bomba de combustión no presente fugas de oxígeno.
- ✓ No encienda la bomba, si percibe gas o fugas cuando la bomba es sumergida en el balde del calorímetro
- ✓ Para los calorímetros operados manualmente, el interruptor de encendido debe ser oprimido solo el tiempo suficiente para quemar la carga

6.3.3 INSPECCIÓN PERIÓDICA DE BOMBAS CALORIMÉTRICAS

- Debido a la alta presión de oxígeno que se maneja dentro de la bomba calorimétrica, uno de los principales riesgos ó peligros durante el análisis de Poder calorífico, es la Explosión Potencial de las bombas, por lo tanto el objetivo de la Inspección diaria es: Validar el estado de la bomba antes de su uso para aumentar la seguridad durante la ejecución del análisis.
- La inspección periódica puede definir la ejecución no planeada de una prueba o ensayo hidrostático.
- **El Personal Analista deberá realizar diariamente** una inspección pre-operacional a la (s) bomba (s) calorimétrica (s), utilizando para ello el Formato: **MIN-LC-F-P006-006 Lista de chequeo- Bombas Calorimétricas.**

6.3.4 RESPONSABILIDADES

Gerente / Product Manager


- ✓ Aprobar, Provisionar y disponer los recursos económicos para la ejecución de los ensayos hidrostáticos de las bombas que pertenezcan a su operación.
- ✓ Garantizar el número de bombas Back-up que se requieran tener de acuerdo al balance de los inventarios de las Sucursales y Proyectos, para no afectar los tiempos de respuesta al Cliente.
- ✓ Velar porque el personal bajo su dirección cumpla con las directrices establecidas en este procedimiento.

Jefes /Coordinadores

- ✓ Asegurar el control de la re-estandarización de las bombas hidrostáticas
- ✓ Divulgar el presente documento a los trabajadores bajo su dirección
- ✓ Garantizar que el personal bajo su dirección participe, se capacite y entrene anualmente en manejo seguro de equipo donde se realizan los análisis de poder calorífico incluyendo las bombas calorimétricas

Supervisores

- ✓ Asegurar que los trabajadores bajo su dirección, conozcan las directrices establecidas en este procedimiento
- ✓ Garantizar que el Personal bajo su dirección participe, se capacite y entrene anualmente en manejo seguro de equipo para análisis de poder calorífico y bombas calorimétricas.
- ✓ Mantener actualizado el inventario de las bombas de combustión del proyecto, con el número de corridas y enviar mensualmente el cuadro de control a la asistente de calidad
- ✓ Equipos de propiedad de SGS: Gestionar el envío de las bombas de combustión al Proveedor, con el fin de que se le realice la re-estandarización y/o ensayo hidrostático de la bomba correspondiente, una vez cumpla las 4930 corridas permitidas.
- ✓ Asegurar la ejecución de la inspección pre-operacional de las bombas calorimétricas.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	5 de 26

- ✓ Equipos de los clientes, manejo bombas
- ✓ Solicitar a compras la entrega del certificado de prueba hidrostática de cada bomba.
- ✓ Mantener actualizado el Inventario de los equipos de Poder calorífico y el Inventario de las bombas con el número de corridas de la Sede/ Proyecto que se encuentre bajo su supervisión

NOTA: El registro de actualizado: **MIN-LC-F-P006-006 Lista de chequeo- Bombas Calorimétricas**, deberá ser entregado durante los **dos (2) primeros días hábiles de cada mes a la Profesional de Calidad**

Analistas de Laboratorio

- ✓ Realizar diariamente la inspección pre-operacional de las bombas, y reportar cualquier anomalía que observe inmediatamente al Supervisor.
- ✓ Registrar diariamente el número de corridas en el formato **MIN-LC-F-P006-006 Lista de chequeo- Bombas Calorimétricas**
- ✓ Reportar al Supervisor, cuando el número de corridas de cada bomba esté próximo a cumplir a las 5000 corridas (se aceptan máximo hasta 4930 corridas por bomba)
- ✓ Cumplir las directrices establecidas en este procedimiento
- ✓ Participar activamente en las capacitaciones y entrenamientos sobre el manejo seguro de equipo para análisis de poder calorífico

Profesional de Calidad

- ✓ Velar por el cumplimiento del Plan de re-inducción en Manejo Seguro del equipo incluyendo las Bombas calorimétricas.

OI (Operaciones Integrales)

- ✓ Verificar la realización de las pruebas hidrostáticas.

6.4 MUESTRA

La muestra para análisis es el material pulverizado pasado por un tamiz 250-µm (No. 60), preparada de acuerdo con el Procedimiento D346 para coque o el Método D2013 para carbón.


6.5 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD CALORÍFICA DEL CALORÍMETRO

6.5.1 Muestra:

Pese de 0.8 a 1,2 g de ácido benzoico en un crisol. Registre el peso de la muestra con una precisión cercana a 0.0001g

6.5.2 Preparación de la Bomba:

- ✓ Enjuague la bomba con agua para humedecer los sellos internos y áreas superficiales de la Bomba o acondicione el calorímetro según las instrucciones del fabricante. Adicione 1.0 mL de agua a la bomba antes del montaje
- ✓ Conecte un alambre medido de acuerdo con las directrices del fabricante
- ✓ Monte la bomba. Agregue oxígeno a la bomba con una presión uniforme entre (2 y 3) MPa (20 y 30) atm. La misma presión es usada para cada corrida de capacidad calorífica. Controle del flujo de oxígeno hacia la bomba de tal manera que no bote muestra del crisol. Si se excede la presión especificada, desconecte la manguera de presión y vacíe la bomba. Descarte la muestra

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	6 de 26

6.5.3 Preparación del Calorímetro:

- ✓ Llene el balde del calorímetro con agua a una temperatura no más de 2°C debajo temperatura ambiente y coloque la bomba ensamblada en el calorímetro. Compruebe que la bomba no tenga fuga de burbujas de oxígeno. Si se observan fugas, remueva y vacíe la bomba. Descarte la muestra.
- ✓ La masa del agua usada para cada corrida del ensayo debe ser $M \pm 0.5$ g donde M es una masa fija de agua. Los dispositivos usados para suministrar la masa de agua requerida sobre una base volumétrica deben ajustarse cuando sea necesario para compensar el cambio en la densidad del agua con la temperatura.
- ✓ La masa del agua usada para cada corrida del ensayo debe ser $M \pm 0.5$ g donde M es una masa fija de agua. Los dispositivos usados para suministrar la masa de agua requerida sobre una base volumétrica deben ajustarse cuando sea necesario para compensar el cambio en la densidad del agua con la temperatura.
- ✓ Con el balde del calorímetro posicionado en la chaqueta arranque los agitadores


6.5.4 Observaciones de temperatura en Calorímetros automáticos:

- ✓ **Estabilización:** La temperatura del balde del calorímetro debe permanecer estable por un periodo de 30 s antes de la quema. La estabilidad debe ser de $\pm 0.001^\circ\text{C}$ para un calorímetro adiabático y $\pm 0.001^\circ\text{C/s}$ o menos para un calorímetro isoperibol.
- ✓ **Método de Extrapolación:** Queme la carga, registre el aumento de temperatura, El ensayo puede darse por terminado cuando la curva térmica observada coincida con la curva térmica lo que permite la extrapolación a una temperatura final con una incertidumbre máxima de $\pm 0.002^\circ\text{C}$.

6.6 CORRECCIONES TÉRMICAS

Ver el **Apéndice X1** norma **ASTM D5865-13**.

- **Corrección de ácido**
 - ✓ **Ver X1.1 en ASTM D5865-13**
 - ✓ Puede utilizar bien sea la titulación o la titulación calculada, procedimiento para muestras de carbón y coque
- **Método de Titulación**
 - ✓ Lave el interior de la bomba con agua destilada que contenga el indicador de titulación hasta que las agua de lavado estén libres de ácido y combínelos con el enjuague de la cápsula.
 - ✓ Titule las aguas de lavado con las soluciones estándar usando un indicador de titulación, o pH metro o un mili voltímetro.
 - ✓ El número de mililitros del estándar Na_2CO_3 usado en la titulación debe ser tomado como e1.
- **Método de cálculo del Acido Nítrico**
 - ✓ Para muestras de análisis que no contengan nitrógeno, el ácido nítrico formado en la bomba durante el proceso de combustión se deriva del oxígeno en el aire que ocupa la bomba antes de presurizarla con oxígeno.
 - ✓ La cantidad de ácido nítrico se forma en función al volumen de la bomba, el llenado a presión con oxígeno y la cantidad de energía liberada en la bomba durante la prueba.
 - ✓ Para una bomba dada y una presión de llenado, la relación entre la cantidad de ácido nítrico formado y la energía liberada pueden ser determinadas mediante le siguiente procedimiento.
 - ✓ El calorímetro debe ser probado usando un gramo de tabletas de ácido benzoico cuando el volumen de la Bomba sea nominalmente de 340 mililitros.
 - ✓ Si el volumen de la bomba difiere significativamente de 340mL, el peso de la muestra usada debería ser ajustado según sea necesario con el fin de cumplir con los lineamientos de operación segura del fabricante.
 - ✓ El ensayo debería ser corrido por duplicado.
 - ✓ Determine la corrección del ácido nítrico titulando las aguas de lavado de la bomba

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	7 de 26

• Cálculos

- ✓ Divida la corrección obtenida (e_1) entre la cantidad de energía liberada de la Bomba para el ensayo correspondiente.
- ✓ La contribución de energía del Alambre de ignición (e_2) es usualmente pequeña (<1% del total de la energía liberada) y puede ignorarse.
- ✓ El valor promedio de esta relación es utilizado para establecer un factor (NAF) que permite que la corrección de ácido nítrico sea determinada por cualquier liberación de energía arbitraria.

$$e_1 = (\text{NAF}) * \text{energía liberada para el ensayo} \quad (1)$$

Ejemplo: La corrección de ácido nítrico para una bomba de oxígeno de 340-mL es de 41.9 J (10.0 calorías) cuando la energía liberada corresponda a esa liberada por un gramo de ácido benzoico, 26.45 kJ (6318 calorías). La relación de estas cantidades es de 1.58 J por 1000 joules (julios) de energía liberada o 1.58 calorías por cada 1000 calorías de energía liberada. La corrección de ácido nítrico para cualquier prueba calorimétrica puede ser expresada de la siguiente manera:

$$e_1 = 1.58 * \text{energía liberada para el ensayo (kJ o kcal)} \quad (2)$$

Para un calorímetro dado, la energía liberada por la bomba durante una prueba con el propósito de calcular de la corrección del ácido nítrico (e_1) puede ser expresada como el producto del aumento de temperatura para una prueba y la capacidad calorífica efectiva del calorímetro o el factor de calibración del calorímetro.

$$e_1 = (1.58 / 1000) * E * t \quad (3)$$

El método de cálculo del ácido nítrico puede ser aplicado a muestras que contengan hasta un 2% de nitrógeno sin introducir un error significativo en el valor resultante del calor de combustión

• Corrección de Alambre:

- ✓ Ver X1.3— Determine las correcciones del alambre usando una de dos alternativas.
- Mida las piezas de alambre de ignición sin quemar y réstelas de la longitud original para determinar el alambre consumido durante la quema según **Eq 4**

$$e_2 = K_l \times l \quad (4)$$

Donde:

e_2 = la corrección del calor de combustión del alambre de ignición,

l = la longitud del alambre consumido durante la combustión,

K_l = 0.96 J/mm (0.23 cal/mm) para calibre No. 34 B&S Chromel C,

K_l = 1.13 J/mm (0.27 cal/mm) para calibre No. 34 B&S de alambre de hierro, y

K_l = 0.00 J/mm para alambre de platino o paladio dada la ignición de energía constante, o;


- Pese todas las piezas de alambre no quemadas y réstelas del peso original para determinar el peso en miligramos de alambre consumido en la quema (m). Quite cualquier bola de metal oxidado de los extremos antes de pesar

$$e_2 = K_m \times m \quad (5)$$

Donde:

e_2 = la corrección del calor de combustión del alambre quemado

m = el peso en mg de alambre consumido durante la combustión

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	8 de 26

$K_m = 5.9 \text{ J/mg}$ (1.4 cal/mg) para calibre No. 34 B&S Chromel C,
 $K_m = 7.5 \text{ J/mg}$ (1.8 cal/mg) para calibre No. 34 B&S de alambre de hierro, y
 $K_m = 0.00 \text{ J/mg}$ para alambre de platino o paladio dada la ignición de energía constante,

Cuando se use hilo de algodón, emplee la corrección en J recomendada por el fabricante.

• Cálculo del aumento de temperatura corregida

✓ Realice el cálculo del aumento de temperatura corregida así

$$t = t_c - t_a + C_e + C_r \quad (6)$$

Donde:

t = Aumento de la temperatura corregida, °C;

t_a = lectura de temperatura inicial al momento de la quema;

t_c = lectura de la temperatura final;

C_e = termómetro, corrección de la columna emergente (ver Eq A1.6 o Eq A1.8);

C_r = corrección de irradiación (ver Eq A1.1 o Eq A1.2).

La subida de temperatura en los calorímetros isoperibol requiere una corrección de irradiación

6.7 CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL CALOR

Calcule la capacidad de calor (E) del calorímetro usando la siguiente ecuación:

$$E = [(H_c \times m) + e1 + e2]/t \quad (7)$$

Donde:

E = la capacidad de calor del calorímetro, J/°C;

H_c = el calor de combustión del ácido benzoico, según lo establecido en el certificado, J/g;

m = masa del ácido benzoico, g;

$e1$ = corrección del ácido

$e2$ = corrección del alambre

t = corrección del aumento de temperatura

Usando el procedimiento descrito anteriormente, complete un total de 10 corridas aceptables. Un ensayo individual debe ser rechazado solo si hay evidencia de combustión incompleta.

La precisión de diez corridas de calibración aceptables deben tener un **desviación estándar relativa (RSD) no mayor a 0.17%**.

Si después de considerar la posibilidad de valores atípicos usando el criterio establecido en el Método ASTM E178, este límite no se cumple, debe revisarse el funcionamiento del calorímetro para determinar la causa.

Las deficiencias de funcionamiento deben ser corregidas antes de efectuar mediciones adicionales de calibración según se requiera.

La Tabla 1 da un ejemplo conciso de una serie de ensayos de calibración.

Las fórmulas utilizadas para llegar al valor medio y la desviación estándar relativa son independientes de las unidades usadas para las mediciones de calibración.


	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	9 de 26

TABLA 1 MEDICIONES DE CALIBRACIONES		
	Columna A	Columna B
Número de Corridas	Capacidad de Calor J/C	Diferencia del promedio cuadrado
1	10258	20
2	10249	20
3	10270	272
4	10254	0
5	10245	72
6	10249	20
7	10241	156
8	10266	156
9	10258	20
10	10245	72
Suma	102535	811
Promedio	10254	Suma Columna A/B
Variación (s ²)	90	Suma Columna B/9
Desviaciones Standard	9	Raíz cuadrada(variación)
Desviación Standard Relativa	0.09%	s/Promedio * 100

6.8 RANGO DE TRABAJO VÁLIDO PARA LA CALIBRACIÓN DEL CALORÍMETRO

- Es un principio generalmente aceptado de análisis fiable, que los instrumentos deben ser calibrados en todo el rango de medición y que las mediciones se limitarán al rango calibrado.
- No es una buena práctica declarar datos extrapolados obtenidos fuera del rango de calibración.
- Los rangos fiables de calibración pueden ser considerados como el intervalo de medición fiable y viceversa.
- Debería ser posible variar la cantidad de ácido benzoico utilizado en la calibración del equipo por lo menos +/-25% sin observar una significativa tendencia en los valores obtenidos para la capacidad calorífica efectiva o factor de calibración del instrumento.
- Una forma práctica de comprobar el calibrado previamente del instrumento, es con el uso de Ácido benzoico de una forma desconocida. Para esto se pueden realizar corridas por duplicados utilizando 0.7 g; 1.0 g y 1.3 g de ácido benzoico respectivamente.
- La media de los resultados obtenida en cada rango de peso debe estar en la desviación de +/- 24 Btu/lb del valor certificado del calor de combustión para el Ácido Benzoico (11373 Btu / lb).


6.8.1. Verificación de la Linealidad del Calorímetro

- ✓ Para cualquier instrumento dado, la verificación del rango de calibración del instrumento debe llevarse a cabo cuando: el instrumento es nuevo, cuando se traslade a otro lugar, o cuando esté sujeto a reparaciones mayores.
- ✓ Esta verificación debe realizarse por lo menos **una (1) vez al año**. Utilice para ello el formato **MIN-LM-F-P006-007 Verificación de la Linealidad de los Calorímetros**.

NOTA: Los registros generados deben ser archivados en la carpeta de controles destinada para los calorímetros.

6.9 VERIFICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN


- La calibración del calorímetro debe ser comprobada regularmente.
- Es necesario renovar la determinación de la capacidad calorífica siempre que hayan efectuado alteraciones significativas al instrumento o a las condiciones de ensayo.
- La frecuencia óptima para chequear la capacidad calorífica o calibración del instrumento dependerá de la estabilidad del sistema de mediciones y del riesgo causado cuando el sistema se aleje del control estadístico.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	10 de 26

- Ya que todos los datos obtenidos durante el último periodo conocido en control hasta el primer periodo conocido fuera de control se consideran sospechosos, tales intervalos pueden requerir ser minimizados.
- Hay varias metodologías empíricas para decidir con que frecuencia debe chequearse la calibración del instrumento.
- La experiencia del laboratorio puede indicar la frecuencia esperada de la ocurrencia de problemas, en cuyo caso las medidas de la muestra de referencia, al menos tres en número deben ser igualmente espaciadas dentro de tal intervalo.
- Otro método es el concepto “largo de corrida”. En este sentido, las interrupciones identificadas en el proceso de producción (de datos) son identificadas como causantes de cambios significativos en la precisión o sesgo.
- Tales interrupciones pueden abarcar cambios en los turnos de trabajo, periodos de descanso, cambios, modificaciones o ajustes del aparato, uso de nuevos estándares de calibración, periodos largos de inactividad, uso de un nuevo lote de reactivos.
- Al menos tres muestras de referencia deben ser medidas durante cualquiera de estos periodos cuando los periodos son considerados potencialmente significativos.
- Los chequeos periódicos de la calibración del instrumento son un procedimiento de reducción de riesgos.
- Sin embargo, si esto implica más del diez por ciento del esfuerzo en las mediciones de un laboratorio, o los procesos de control de calidad pueden requerir mejoras o se ha efectuado mucho esfuerzo en este sentido.
- Si menos del cinco por ciento de esfuerzo es dedicado a tales mediciones, el laboratorio puede estar tomando un riesgo muy alto de producir datos inaceptables, o quizá no conoce aún la calidad de datos que está produciendo.
- Las anteriores afirmaciones son hechas para un laboratorio que realiza un número importante de rutinas de mediciones de alta calidad.
- Si el programa del laboratorio implica medidas ocasionales o de un tipo, la cantidad de logros requeridos para el aseguramiento de calidad, incluyendo el número de mediciones de materiales de referencia a ser hechas pueden ser más de las indicadas arriba.
- Dos procedimientos complementarios se ofrecen para la verificación de calibración del calorímetro: El Método de Control Gráfico y el Método de Promedio Rotativo

6.10 MÉTODO DE CONTROL GRÁFICO PARA VERIFICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN

- Este método consiste en una forma gráfica de interpretar los datos de los análisis. En su forma más simple, una muestra de referencia seleccionada se mide periódicamente y los resultados son representados secuencialmente (u ordenados en un momento dado) en un gráfico.
- Los límites de valores aceptables son definidos y el sistema de mediciones se asume bajo control (la variabilidad es estable y debida al simple azar) siempre y cuando los resultados estén dentro de estos límites.
- Los valores que se hallen dentro de los límites son aceptados como evidencia de que la precisión de mediciones permanece bajo control.
- La precisión monitoreada de la medición y la exactitud de las medidas de la muestra de referencia pueden ser transferidas, por deducción, a todas las otras mediciones adecuadas hechas por el sistema mientras este esté en estado de control
- Un gráfico de control puede hacerse trazando secuencialmente los valores de las medidas individuales.
- La línea central es el valor más factible (es decir, el gran promedio) de todas las mediciones o el valor de medición aceptado.
- Los límites LWL hasta UWL (límites de prevención más altos y más bajos) definen el área en la cual el 95 por ciento de los puntos trazados se esperan se posicionen.
- Los límites LCL hasta UCL (límites de control más bajos y más altos) definen el área en la cual la casi todos (99.7%) de los puntos trazados se esperan se posicionen cuando el sistema está en un estado de control estadístico.
- Debe quedar claro que cuando más del 5% de los puntos (uno en veinte) queden por fuera de los límites de prevención o cuando los valores caen fuera de los límites de control el sistema se está comportando de manera impredecible y las acciones correctivas, y aun el rechazo de datos, pueden ser necesarios.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	11 de 26

- Se espera que los resultados estén esparcidos con una distribución normal dentro de los límites. Las tendencias sistemáticas o patrones en los trazados de los datos pueden ser una alerta de prevención temprana de problemas incipientes y son causa de preocupación, por lo tanto las técnicas para identificarlos deben ser puestas en práctica
- Los Gráficos de control incluyendo los factores para calcular los límites de control son tratados más a fondo en otra parte (ver Guía E882 y (1)6 . La línea central puede ser el valor conocido para la muestra de análisis (por ejemplo, el valor certificado), o la media de 10 series de mediciones independientes. Los límites de control son calculados de acuerdo a las siguientes relaciones.


UCL Media o valor aceptado + 3 * sigmas / raíz cuadrada(N)
UWL Media o valor aceptado + 2 * sigmas / raíz cuadrada(N)

Línea Central Media de las 10 mediciones más recientes o el
X(bar) Valor aceptado
LWL Media o valor aceptado – 2 * sigmas / raíz cuadrada(N)
LCL Media o valor aceptado – 3 * sigmas / raíz cuadrada(N)

- Para estos límites, **N** representa el número de mediciones repetitivas de la muestra de referencia, la media de la cual es trazado en un gráfico Xbar.
- Para un gráfico **X** (la medida particular de la muestra de referencia) N=1.
- La desviación estándar del proceso de medición es el sigma.
- El Sigma es tomado como 0.10% de la media de las diez mediciones más recientes o 0.10% del valor aceptado si los análisis han sido realizados usando material de referencia, por ejemplo ácido benzoico, corrido como desconocido.
- La Tabla 2** ilustra importantes límites de control seleccionados para la operación del calorímetro cuando el ácido benzoico es usado como una muestra de análisis.

6.11 MÉTODO DE PROMEDIO ROTATIVO

- El valor de la media de las 10 calibraciones más recientes del calorímetro o las mediciones de la capacidad calorífica son usados para soportar la calibración del sistema del calorímetro.
- Un valor individual nuevo, incorporado dentro del promedio de las diez mediciones más recientes, descartando la medición más antigua en la serie de 10 las mediciones primeras, debe cumplir con los requerimientos de precisión.
- Sustancias para análisis recomendadas**
 - ✓ Según el acuerdo internacional de 1920, el ácido benzoico fue escogido como el estándar químico a ser utilizado en la calibración de los calorímetros de bomba. Hoy día, permanece como el único estándar químico primario para este tipo de calibración
 - ✓ En general, la calibración de un instrumento de análisis consiste en la evaluación de su función de respuesta en términos de la composición del analito.
 - ✓ El instrumento responde a alguna propiedad del analito, cuyo valor necesita ser cuantificado por medio del uso de sustancias conocidas.
 - ✓ Se asume tácitamente que el instrumento responderá análogamente al estándar y a la muestra para análisis. Teniendo esto en cuenta, la confianza en el proceso de medición es influenciada por la incertidumbre en la composición de las muestras conocidas y la solidez de la analogía.
 - ✓ Es conveniente realizar experimentos de verificación con el fin de demostrar confianza en la capacidad para realizar mediciones en muestras desconocidas que no solamente tengan una precisión aceptable sino también una exactitud aceptable.
 - ✓ Esto es especialmente cierto en casos donde las condiciones en las calibración y pruebas de combustión difieren bastante. Por ejemplo, grandes diferencias en las ratas de combustión entre el calibrante y las

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	12 de 26

muestras desconocidas o diferencias significativas en combustiones químicas pueden ocasionar errores sistemáticos que son difíciles de detectar.

- ✓ El uso de sustancias para análisis en tales experimentos de verificación pueden ayudar a demostrar que las técnicas y procedimientos usados para determinar los calores de combustión de materiales desconocidos están razonablemente libres de errores persistentes
- ✓ Para trabajar con muestras sólidas, las siguientes sustancias para análisis son recomendadas.

Sustancia	Delta uB/ Jg-1A
Acetanilida CAS 103-84-4 CH₃CONHC₆H₅ MWT 135.17 Densidad 1.22 g/cc	31279 (2)
Tris (hidroximetil) aminometano CAS 77-86-1 (HOCH₂)₃-CNH₂ MWT 121.14 Densidad = 1.35 g/cc	20058 (3)


Masa contra pesas de acero inoxidable (8 g/cc) en aire (0.0012 g/cc).

6.12 USO DE MATERIALES DE CONTROL EN EL LABORATORIO

- Un material de control del laboratorio (LCM) es similar a un material de referencia certificado en el cual hay una matriz homogénea que ofrece características claves similares a las muestras que están siendo analizadas.
- Un LCM verdadero es aquel que está preparado y almacenado en condiciones estables estrictamente para uso interno por un laboratorio particular.
- Alternativamente, el material puede ser preparado por un laboratorio central y distribuido a otro (también llamado regional o otro programa de materiales de control)
- A diferencia de los CRMs (materiales de referencia certificados), el calor de combustión de los LCM (material de control del laboratorio) no son certificados pero están basados en números estadísticamente válidos de análisis replicables por uno o varios laboratorio.
- En la práctica, este material puede ser utilizado para evaluar el desempeño de un laboratorio particular, así como para determinar el grado de comparabilidad entre diferentes laboratorios.
- Una cantidad significativa de trabajo está involucrada en la producción y mantenimiento de cualquier LCM (material de control del laboratorio). Por ejemplo, se deben direccionar los asuntos relacionados con los materiales tales como estabilidad, técnicas de homogenización y condiciones adecuadas para almacenamiento.
- Para laboratorios más pequeños, el tiempo y el esfuerzo involucrado apoyándose en el uso de LCM material de control del laboratorio) puede no justificarse. En tal caso es preferible el uso de CRMs (materiales de referencia certificados)

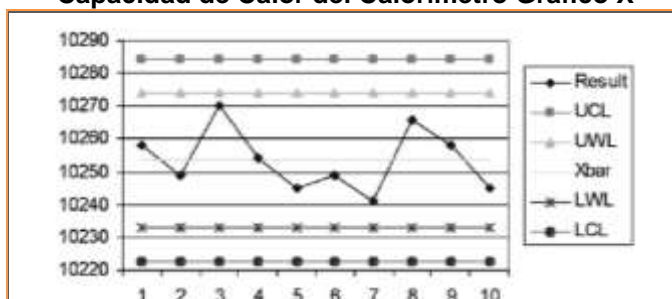
TABLA 2. Límites de Control del Calorímetro cuando se usa Acido Benzoico como muestra de Análisis

NOTA: Calor de combustión aceptado como 26454 J/g. Sigma para proceso es 0.10% RSD. Límites de control basados en un 99% de confianza (3 sigma) valores. Los valores son en J/g excepto como se anote.

	MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE		Versión:	13
			Fecha:	Diciembre 2016
			Página	13 de 26

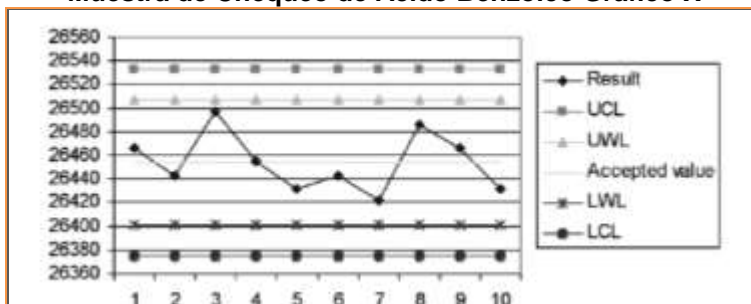
Número de Observaciones en un Grupo	ULC para el rango (alto-bajo) dentro del grupo	ULC para el RSD dentro del grupo	Desviación Máxima permisible de la media del grupo del valor aceptado o la Gran media
1	79.4
2	97.5	0.2606	56.1
3	115.3	0.2276	45.8
4	124.3	0.2088	39.7
5	130.1	0.1964	35.5
6	134.3	0.1874	32.4
7	137.6	0.1806	30.0
8	140.4	0.1751	28.1
9	142.7	0.1707	26.5
10	144.7	0.1669	25.1
15	151.8	0.1554	20.5
20	156.7	0.1470	17.7
25	160.2	0.1420	15.9

Capacidad de Calor del Calorímetro Gráfico X




Número de Corridas / Figura 1. Ejemplo de Gráfico X para corridas de Calibración

Muestra de Chequeo de Ácido Benzoico Gráfico X



Número de Corridas / Figura 2. Ejemplo de Gráfico X para corridas de muestras de chequeo

- Los análisis de rutina de CRMs (materiales de referencia certificados) o LCMs (materiales de control del laboratorio) representan un aspecto importante de desempeño basados en la filosofía de QA- (Aseguramiento de Calidad).
- Al menos un CRM o LCM debe ser analizado junto con cada lote de 20 o menos muestras (es decir, las muestras de QA deben abarcar como mínimo un 5% de cada juego de muestras).

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	14 de 26

- Para los de CRMs (materiales de referencia certificados), el calor de combustión certificado será conocido para el (los) Analistas y será utilizado para dar una verificación inmediata del desempeño antes de proceder con el siguiente lote de muestras.
- El criterio de desempeño tanto para precisión como para exactitud debe ser establecido por el análisis de CRMs y LCMx usando una técnica instrumental determinada.
- Si el laboratorio falla en hallar el criterio del límite de control ya sea para la precisión o la exactitud de un análisis determinado del CRM o LCM, se consideran sospechosos los datos de todo el lote de muestras.
- Las deficiencias operativas potenciales deben ser verificadas/ corregidas y el CRM o LCM quizá tengan que ser reanalizados para confirmar los resultados.
- Si los valores siguen estando por fuera de los límites de control en los análisis repetidos, se requiere que el laboratorio halle y elimine las fuentes del problema y repita el análisis del lote de muestras hasta que los límites de control se cumplan, antes de que los datos finales sean reportados.

6.13 PROCEDIMIENTO PARA MUESTRAS DE CARBÓN Y COQUE

1. Pese de 0.8 g a 1.2 g de muestra en el porta muestras. Registre el peso con una precisión cercana 0.0001g.
2. Siga el procedimiento como se describe en los **numerales: 6.4.2 a 6.4.4** del presente documento. Para la determinación de capacidad calorífica Para el poder calorífico del coque, es necesario usar 3-MPa (30-atm) de presión para ambos estandarización y análisis. La temperatura inicial para las determinaciones debe estar entre $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ de aquella usada en la determinación de la capacidad calorífica.
3. Para muestras de coque, coloque una cápsula de combustión limpia en el centro de un disco de cuarzo y presione la cápsula para hacer una impresión en el disco. Corte a lo largo desde el borde externo del disco hacia la impresión. Inserte el disco de cuarzo en la cápsula de combustión de tal forma que la parte cortada cubrirá los lados de las cápsulas.
4. Realice una determinación de humedad de acuerdo a ASTM D3173 o ASTM D7582, en una porción separada de la muestra de análisis preferiblemente del mismo día pero no de más de 24 horas excepto para la determinación del poder calorífico de tal forma que las correcciones confiables puedan ser hechas en otras bases.
5. Realice el análisis de azufre de acuerdo a ASTM D4239. Del porcentaje de peso del azufre, calcule las correcciones de azufre (**Ver X1.2 de la norma ASTM D 5865**).

$$e_3 = 55.2 \text{ J/g} \times S \times m \text{ (13.18 cal/g} \times S \times m) \quad (8)$$

Donde:

e3 = es una corrección para la diferencia entre el calor de formación de H_2SO_4 desde SO_2 con

Respecto a la formación de HNO_3 , J


S = % en peso de azufre en la muestra; y

m = masa de la muestra de 12.1 g

6. Cuando el método de titulación es utilizado (vea 10.6.1.1 en norma ASTM D5865), la corrección del azufre es:

$$e_3 = 55.18 \text{ J/g} \times S \times m \text{ o (13.18 cal/g} \times S \times m) \quad (9)$$

7. Cuando utilice el método de ácido nítrico calculado (vea 10.6.1.2 en norma ASTM D5865), la corrección de azufre es:

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	15 de 26

$$e3 = 94.51 \text{ J/g} \times S \times m \quad \text{o} \quad (22.57 \text{ cal/g} \times S \times m) \quad (10)$$

8. Para muestras a malla 8, analice los carbones susceptibles a oxidación dentro de las 24 horas de preparación
9. Para carbones o coque que no quemen completamente puede tratarlos así:
10. Para coque, use un crisol del tipo recomendado, de acuerdo a la norma.
11. Utilice una ayuda de combustión tal como el ácido benzoico, el glicol etileno, el aceite mineral o una cápsula de gelatina de papel. Como mínimo use 0.4 g de ayuda de combustión. Registre el peso con una precisión cercana a 0.0001 g. Calcule la corrección para uso de ayuda de combustión utilizando lo siguiente:

$$e4 = Ha \times ma \quad (11)$$

Donde:

e4 = corrección por el uso de ayudas de combustión,

Ha = Calor de combustión de la ayuda de combustión J/g (cal/g),

ma = masa de la ayuda de combustión, g

$$[(E_e \times t) - e1 - e2 - e3 - e4] / m$$

12. Variar la masa de la muestra para obtener una combustión completa mientras se confina el aumento de temperatura dentro del rango de trabajo válido de calibración.

6.14 CÁLCULOS

- A. Poder Calorífico Bruto – Calcule el valor del poder calorífico bruto $Q_{vad}(\text{gross})$ usando la siguiente ecuación:

$$Q_{vad}(\text{gross}) = [(tE_e) - e1 - e2 - e3 - e4]/m \quad (12)$$

$Q_{vad}(\text{gross})$ = valor del poder calorífico bruto a volumen constante como se determina, J/g (cal/g);

E_e = la capacidad calorífica del calorímetro, J/°C (cal/°C);

t = Corrección del Aumento temperatura según

e1 = corrección del ácido

e2 = corrección de alambre según

e3 = corrección del azufre determinado


e4 = corrección de la ayuda de combustión

m = masa de la muestra, g.

- B. Vea el apéndice de la norma (X1.2.3), para un ejemplo de cálculo

6.15 VALOR DEL PODER CALORÍFICO NETO A PRESIÓN CONSTANTE

- a) Se requieren muchos pasos a fin de reportar el calor de combustión neto en base como se recibe, a presión constante, derivado de un calor de combustión bruto como se determina a volumen constante. El primer paso consiste en calcular del calor de combustión bruto a presión constante a partir de un calor de combustión bruto calorimétricamente determinado en la bomba a volumen constante.
- b) Ningún trabajo es realizado a volumen constante en la bomba calorimétrica, por lo tanto el calor medido es igual al cambio en la energía interna del sistema. Cuando el combustible es quemado a presión constante, hay un cambio en el volumen del sistema. Un pequeño cambio en la energía conlleva a un cambio en el volumen.
Cuando el combustible se quema a presión constante y el agua formada se condensa a estado líquido, hay una contracción en el volumen del sistema. Esta contracción es igual al volumen de oxígeno necesario para quemar el hidrógeno.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	16 de 26

El trabajo es realizado en el sistema por la atmósfera llenando este vacío con el fin de mantener una presión constante.

Cuando el carbono en el combustible reacciona con el oxígeno, resulta un volumen igual de dióxido de carbono y no ocurre ningún cambio en el volumen.

El oxígeno y el nitrógeno en el combustible dan lugar a una subida que incrementa el volumen.

La energía asociada con este cambio en el volumen de la fase gaseosa por la reacción de la combustión puede ser expresada como sigue:

$$Q_v - p = 0.01 \cdot RT \cdot (H_{ad} / (2 \cdot 2.016) - O_{ad} / 31.9988 - N_{ad} / 28.0134) \quad (13)$$

R es la constante universal de gas [8.3143 J/ (mol *K)], y **T** es la temperatura de referencia termoquímica estándar (298.15 K).

- c) H_{ad} , O_{ad} and N_{ad} son Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno como se determina, respectivamente, %, en la muestra de análisis.

El hidrógeno en la humedad de la muestra no se incluye en H_{ad} , el hidrógeno y el oxígeno aportados por la humedad de la muestra no son incluidos en H_{ad} , ni O_{ad} , respectivamente

- d) Las siguientes fórmulas pueden ser usadas para convertir los valores del hidrógeno y el oxígeno, que incluyen el hidrógeno y el oxígeno en la humedad asociada con la muestra para análisis, a valores que excluyan la humedad.

$$H_{ad} + H_{ad,m} - 0.1119 \cdot M_{ad} \quad (14)$$

$$O_{ad} + O_{ad,m} - 0.8881 \cdot M_{ad} \quad (15)$$

- e) Los siguientes pasos implican calcular la energía asociada con el calor de vaporización del agua que se origina del contenido de hidrógeno de la muestra [Q_h], el contenido de humedad de la muestra de análisis [Q_{mad}] así como el valor de la humedad como se recibe [Q_{mar}].

$$Q_h = 0.01 \cdot H_{vap} \cdot (H_{ad} / 2.016)$$

H_{vap} es el calor a presión constante de la vaporización del agua a 25C (43985 J/mol)

$$Q_{mad} = 0.01 \cdot H_{vap} \cdot (M_{ad} / 18.0154) \quad (17)$$

$$Q_{mar} = 0.01 \cdot H_{vap} \cdot (M_{ar} / 18.0154) \quad (18)$$

Mad y **Mar** son valores para la humedad como se determina y como se recibe, respectivamente en peso %


- f) El calor de combustión neto como se determina, a presión constante, es igual al calor de combustión determinado calorimétricamente con la adición del pequeño volumen constante a la corrección de presión constante, menos la energía asociada con el calor latente de vaporización o agua originada del hidrógeno de combustible y la humedad de la muestra.

$$Q_{pad} (net) = Q_{vad} (gross) + Q_{v-p} - Q_h - Q_{mad} \quad (19)$$

- g) El calor de combustión neto seco, a presión constante, es determinado por la relación:

$$Q_{pd} (net) = (Q_{vad} (gross) + Q_{v2p} - Q_h) \cdot (100 / (100 - M_{ad})) \quad (20)$$

- h) El calor de combustión neto como se recibe, a presión constante, es determinado por la siguiente relación:

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	17 de 26

$$Q_{par} (net) = (Q_{vad} (gross) + Q_v - p - Q_h) * (100 - Mar) / (100 - Mad) - Q_{mar} \quad (21)$$

- i) Como referencia, el valor de calor de combustión neto, seco y como se recibe, a volumen constante es dado por la siguiente relación bien conocida descrita en el Procedimiento D3180

$$Q_{vd} (gross) = Q_{vad} (gross) * (100 / (100 - Mad)) \quad (22)$$

$$Q_{vad} (gross) = Q_{vad} (gross) * (100 - Mar) / (100 - Mad) \quad (23)$$

Ejemplo:

Q _{vad} (gross)	30000 J/g
Mad	2.00%
Mar	8.00%
H (ad)	4.00%
O (ad)	13.00%
N (ad)	1.00%
Q _{v-p}	13.6 J/g
Q _h	872.7 J/g
Q _{mad}	48.8 J/g
Q _{mar}	195.3 J/g
Q _{var}	28163.3 J/g
Q _{pad} (net)	29092.1 J/g
Q _{pd} (net)	29735.6 J/g
Q _{par} (net)	27161.5 J/g

6.16 REPORTE

Reporte el poder calorífico como Q_{vad} (gross) junto con la humedad de la muestra


Los resultados del poder calorífico pueden ser reportados en cualquiera de las diferentes bases según como se trate la humedad.

Los procedimientos para convertir el valor obtenido en una muestra de análisis a otras bases son descritos en el Procedimiento aplicable a ASTM D 3180.

6.17 PROCEDIMIENTO SEGÚN ISO

Se deberán seguir los procedimientos generales, tomando en cuenta que:

- Pese un gramo de muestra en un crisol con precisión del 0.01%
- Se utilizaran muestras pulverizadas a -70 mallas a las cuales se le determinará la humedad de análisis según **MIN-LC-P-002 Humedad en las muestras de análisis.**
- De acuerdo con ISO 1928, cuando es posible establecer de una u otra forma los valores para las correcciones (contenidos) por formación de ácido nítrico y, contenido de azufre, estos valores en calorías podrán usarse directamente en el sistema SOLSER para su corrección.
- Mediante ensayos experimentales **"ENSAYO COMPARATIVO DE DETERMINACION DE CORRECCION POR ACIDO NITRICO EN EL ANALISIS DE PODER CALORIFICO BAJO NORMA ASTM 5865 Vs ISO 1928"** Y **"ENSAYO COMPARATIVO ANALISIS DE AZUFRE TOTAL EN MUESTRAS DE CARBON Y COQUE USANDO METODO DE HORNO DE TUBO DE COMBUSTION DE ALTA TEMPERATURA NORMA ASTM 4239 METODO B Vs DETERMINACION DE AZUFRE TOTAL METODO ESCHKA NORMA ISO 33"** ubicados en la carpeta de ensayos experimentales del laboratorio, se determinó que los valores por corrección de ácido nítrico y azufre según norma ASTM Vs ISO la diferencia puede ser despreciable no causando criticidad de error en el valor final del poder calorífico corregido.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	18 de 26

- En estas condiciones, el procedimiento sería prácticamente igual a lo establecido por ASTM.
- Si por alguna razón, por ejemplo: lo establecido en el punto B anterior no fuera posible, proceda como sigue:
- ✓ Luego de la quema diluya, con agua destilada las aguas de lavado hasta unos 100mL y hierva para expulsar el CO₂.
- ✓ Con la dilución aun caliente titule con solución 0.1 N, estandarizada, de hidróxido de bario usando Fenolftaleína (solución de 10g/ L en etanol) como indicador, añada 20 mL de una solución de carbonato de sodio 1N, estandarizada.
- ✓ Filtre la solución (Whatman N° 40, S & S Banda blanca o equivalente) y lave el precipitado sobre el filtro con agua destilada.
- ✓ Deje enfriar el filtrado, y titúlelo luego con la solución de ácido clorhídrico 0.1 N usando naranja de metilo (0.25g metil naranja + 0.15 g de xileno – cinalol FF en 50 mL de Etanol al 95% V/V y diluidos hasta 250 mL con agua) como indicador; no tome en cuenta el cambio de color de la fenolftaleína presente.

6.18 VARIACIONES

- Para carbones con muy alto contenido de cenizas, use solamente 0.75 g de muestra y un crisol de forma baja (Parr).
- Para una bomba determinada, bajo condiciones constantes de funcionamiento, la cantidad de ácido nítrico que se forma y consecuentemente su corrección, son relativamente constantes. En general, para carbones un valor típico sería de 33 Joules (7.8819 calorías; 14.185 BTU) y para antracitas de 25 Joules (5.9712 calorías; 10.7481 BTU). Si se establece valores bien definidos, estos podrán usarse luego para los ensayos subsiguientes.
- Titule la dilución caliente con la solución 0.1 N de Hidróxido de sodio usando la solución de naranja de metilo como indicador para determinar la acidez total. Reste al valor de esta titulación, en mililitros, 0.7 veces la corrección preestablecida en Joules para el ácido nítrico, obteniendo así el volumen de solución 0.1N de ácido sulfúrico presente.
- Si el contenido de azufre de la muestra y la corrección por formación de ácido nítrico son conocidas,
- La titulación de los ácidos en las aguas de lavado es necesaria. La corrección por ácido sulfúrico es igual a 9.5 Joules por miligramo de azufre en la masa de muestra de carbón usada. (2.174 Cal; 3.913 Btu).

6.19 CÁLCULOS SEGÚN NORMA ISO

$$Q_{gr, v} = \frac{Q_{EE} - \sum e}{M}$$

Donde:

t = Incremento de temperatura, corregida, K.

EE = Energía equivalente ó capacidad calorífica efectiva del calorímetro, en Joule / K.

ΣE = Suma de las correcciones por alambre de combustión (en Joule) mas la corrección por la formación de ácido nítrico (en Joule).

m = Masa de muestra, en gramos.

Q_{gr, v} = Poder calorífico bruto, a volumen constante, en Joule por gramo el cual deberá expresarse en la base apropiada (ISO 1170) reportándose al múltiplo de 20 J/gr. Más cercano.

• Correcciones por ácido:

e₁ = correcciones por ácido sulfúrico

e₂ = Corrección por ácido nítrico


V₁ = Volumen en ml de solución de ácido clorhídrico 0.1 N.

V₂ = Volumen en ml de solución de Hidróxido de Bario 0.1 N.

20 = ml de solución 0.1 N de carbonato de sodio.

15.1 = equivalente en Joule/mL de ácido sulfúrico 0.1 N presente en las aguas de lavado.

6.0 = Equivalente en Joules/mL de ácido nítrico 0.1 N presente en las agua de lavado.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	19 de 26

- **Correcciones por ácido sulfúrico, en Joules**

$$e_1 = 15.1 (V_1 + V_2 - 20)$$

- **Corrección por ácido nítrico, en Joules**

$$e_2 = 6.0 (20 - V_1)$$

- **La suma de ambos en Joules = $9.1 V_1 + 15.01 V_2 - 181.7$**

6.20 CALCULO DEL PODER CALORIFICO NETO A PRESION CONSTANTE SEGÚN ISO

El valor calorífico neto a presión constante, es el que refleja las condiciones reales de combustión, es la base preferida para información del poder calorífico inferior.

El valor calorífico neto a presión constante, se expresa en joules por gramo, como se indica en la siguiente ecuación:

$$q_{p,net,m} = q_{V,gr,d} - 212 w_{H,d} - 0.8 [w_{O,d} - w_{N,d}] \left(1 + \frac{0.01 MT}{24.43} \right)$$

Donde:

qV, gr, d= es el valor calorífico a volumen constante, expresada en julios por gramo, de la humedad libre
WH, d= es el contenido de hidrógeno, expresado como una fracción de masa por ciento, de la libre de humedad (seco) de combustible, incluyendo el hidrógeno del agua de hidratación de la materia mineral, así como el hidrógeno en la sustancia de carbón.

WO, d= es el contenido de oxígeno, expresado como una fracción de masa por ciento del combustible libre de humedad.

WN, d= es el contenido de nitrógeno, expresada como una fracción de masa por ciento del combustible libre de humedad.

MT= es el contenido de humedad total, expresado como una fracción de masa por ciento.


6.21 CALCULO DEL PODER CALORIFICO NETO A VOLUMEN CONSTANTE SEGÚN ISO

El valor calorífico neto a volumen constante, se expresa en joules por gramo, como se indica en la siguiente ecuación:

$$q_{V,net,m} = q_{V,gr,d} - 206 w_{H,d} \left(1 - \frac{0.01 MT}{23.05} \right)$$

6.22 PROCEDIMIENTO DE CONTROL

- De acuerdo con ASTM e ISO, inicialmente para cada conjunto de bomba y balde se deberá determinar su valor de energía equivalente mediante respectivamente 10 ó 5 carreras de una sustancia de referencia, patronada por un ente oficial ó nacional de ensayos, específicamente con "ácido benzoico".
- Cuando una parte importante del sistema o procedimiento se cambie o al menos cada 6 meses según ISO ó cada mes según ASTM, se deberá verificar el valor de energía equivalente para cada juego de Bomba/balde en cada calorímetro.
- Los criterios para cambiar o no el valor de la energía equivalente están claramente definidos en las respectivas normas, consúltelas en caso de dudas.
- Este procedimiento se ciñe en lo esencial a lo establecido por los diferentes estándares ASTM / ISO.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	20 de 26

- Para ello, hágale seguimiento diariamente a las graficas de control de las pastillas de ácido benzoico, **mediante el uso del Formato MIN-LC-F-P006-003**, con el fin de descartar tendencias y desviaciones atípicas para las últimas corridas realizadas.
- **La diferencia máxima permisible será de +/-24 unidades de Btu** con respecto al valor promedio de este estándar.
- En caso de encontrar valores por fuera de rango, se deberá realizar las correcciones necesarias ya sea calibración del conjunto balde-bombas calorimétricas o revisión técnica de equipos.

Análisis de Muestra Control

- ✓ Analice una Muestra Control (Round Robin, Estándar secundario, otro), junto con las muestras del día. Utilice el formato **MIN-LM-F-I002-008 Muestra de control-análisis próximos**, para el registro y control de resultados.
- ✓ Para los laboratorios que utilicen la aplicación SLIM, la Muestra Control, se identificará como "QC", ingresando los resultados en esta aplicación para su evaluación.

6.23 DESVIACION ESTANDAR PARA LOS CALORIMETROS

- Use el formato **MIN-LC-F-P006-002** Control de calibración de las bombas calorimétricas, para registrar los cálculos de la estandarización de las bombas calorimétricas; estas deberán re-estandarizarse cada vez que sean sometidas a reparación (USA), ensayos hidrostáticos, cuando algunos componentes mayores sean cambiados o cuando los ensayos sucesivos con ácido benzoico así lo indiquen.
- Este formato es explícito por sí mismo así que no necesitan mayores explicaciones.
- Para ver las ecuaciones relacionadas para los cálculos de estandarización de bombas calorimétricas
- Remítase al **numeral 10.8 de la norma ASTM D5865-13**


6.24 PRECISIÓN

Como comercialmente en los contratos de compra y venta se maneja el concepto de la precisión de los resultados, basados en los criterios de precisión de las normas, para cumplir con las especificaciones contractuales; a continuación se detallan las Repetibilidades y Reproducibilidades de este método:

ASTM D5865

TABLE 5 Ranges and Limits of Repeatability for the Gross Calorific Value of 250 µm (No. 60) Coal and Coke with Microprocessor Controlled Calorimeters		
Material	Range	Repeatability Limit (<i>r</i>)
Coke	Nominally 30340 J/g (13 040 Btu/lb)	126 J/g (54 Btu/lb)
Bituminous	26 280 to 34 190 J/g (11 300 to 14 700 Btu/lb)	149 J/g (64 Btu/lb)
Subbituminous-Lignite	21 860 to 27 680 J/g (9400 to 11 900 Btu/lb)	193 J/g (83 Btu/lb)

TABLE 6 Ranges and Limits of Reproducibility for the Gross Calorific Value of 250 µm (No. 60) Coal and Coke with Microprocessor Controlled Calorimeters		
Material	Range	Reproducibility Limit (<i>R</i>)
Coke	Nominally 30340 J/g (13 040 Btu/lb)	258 J/g (111 Btu/lb)
Bituminous	26 280 to 34 190 J/g (11 300 to 14 700 Btu/lb)	256 J/g (110 Btu/lb)
Subbituminous-Lignite	21 860 to 27 680 J/g (9400 to 11 900 Btu/lb)	381 J/g (164 Btu/lb)

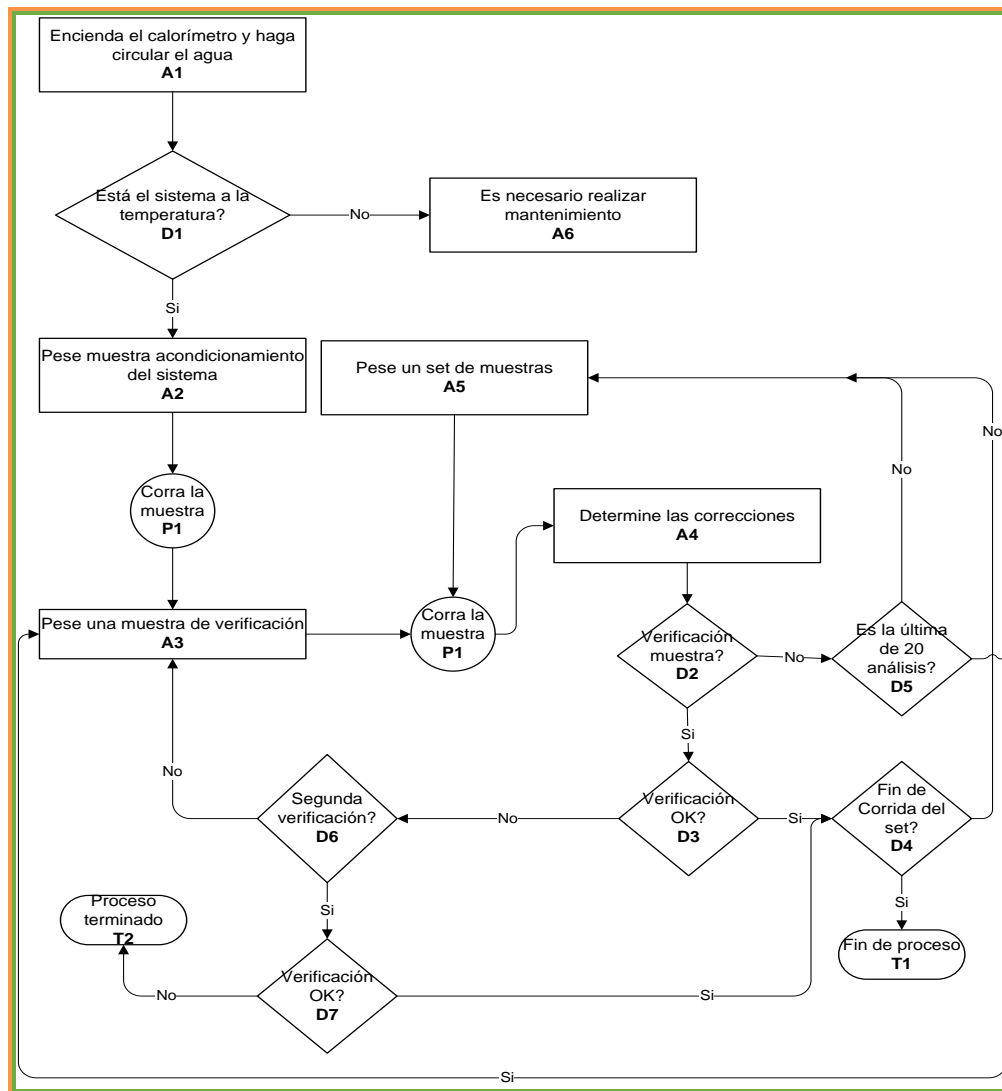
	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	21 de 26


ISO 1928

11 Precision
11.1 Repeatability limit
The results of duplicate determinations, carried out in the same laboratory by the same operator with the same apparatus within a short interval of time on the same analysis sample, shall not differ by more than 120 J/g.
11.2 Reproducibility limit
The means of the results of duplicate determinations carried out in each of two laboratories, on representative portions taken from the same sample at the last stage of sample preparation, shall not differ by more than 300 J/g.

6.25 ANEXOS

ANEXO A: PROCESO GENERAL DE ANÁLISIS



	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	22 de 26

ANEXO A - Componentes diagrama de flujo

A1 Encienda el calorímetro y el conector de reflujo de agua. Encienda el calorímetro de agua y sistema de manejo y permita que la temperatura del agua se estabilice. Consulte el manual del calorímetro de puesta en marcha.

A2 Pesar muestra - acondicionamiento del sistema. Pesar una muestra cualquiera (0,8 g - 1.2 g) lo más cercano a 0.1mg en un crisol de BTU. Esta se utilizará para acondicionar el sistema, con lo cual se asegura que todas las partes de la bomba se han mojado y secado de la misma forma en que la bomba se verá sometida durante el funcionamiento normal. Puede ser necesario repetir este proceso.

A3 Pesar una muestra de verificación. Pesar una tableta de ácido benzoico con una precisión de 0.1 mg en un crisol de BTU.


A4 Determinar las correcciones. Valorar el lavado de la bomba calcular y registrar la titulación para corrección. Determinar la cantidad de fusible no quemado (alambre). Calcular y registrar la corrección por alambre.

A5 Pesar un lote de muestras. Pesar un gramo de muestra (0,8 g - 1.2g) con una precisión de 0.1mg en un crisol de BTU.

A6 Realizar el mantenimiento necesario. Realiza cualquier mantenimiento requerido en el calorímetro para estabilizar la temperatura del agua.

P1 Corra la muestra. Pese la muestra y antes de ensamblar la bomba, enjuague la misma con agua destilada con el propósito de mojar los sellos internos y superficie de la misma. Inmediatamente adicione un (1) mL de agua destilada y proceda con el ensamblaje de la siguiente manera:

- El cabezal, la tapa atornillable y el balde deberán estar secos antes de su uso.
- Verifique que el cabezal, anillo enroscado, cuerpo de la bomba y balde correspondan al mismo juego.
- Coloque el cabezal de la bomba boca arriba en el soporte.
- Coloque el alambre de ignición en los orificios de los electrodos y deslice la cubierta sujetadora hasta su sitio. Tome las pinzas y coloque su parte posterior en el centro del alambre y levante el conjunto; así logrará dos cosas: verificar la sujeción del alambre y hacer una "V" de él lo cual facilitará luego su colocación en la muestra.
- Voltee la cabeza de la bomba en el soporte. Utilizando el pulgar y el índice cierre la "V" del alambre de tal forma que no vaya a tocar parte alguna de las paredes o el fondo del crisol a colocar.
- Coloque el crisol en el círculo del electrodo, cuidando que quede nivelado. Durante esta operación mantenga el alambre retirado del crisol, usando un dedo. Luego, cuidadosamente introduzca el alambre en el carbón, cuidando que no toque los lados o fondo del crisol, esto ocasionaría un corto/circuito, dañando el ensayo.
- Afloje la válvula de salida de gases de la bomba y suavemente coloque el cabezal de la bomba Y luego apriete la tapa fuertemente. Apriete la válvula de salida de gases.
- Conecte la manguera de llenado suavemente, para no votar la muestra en el crisol, llene la bomba
- Con oxígeno hasta una presión de trabajo entre 20 y 30 atm (2 y 3 MPa). Si se excediera esta presión, descarte esta corrida, despresurice la bomba y comience con la otra porción de muestra.
- Coloque la bomba en el balde correspondiente y posicione el conjunto bajo la bureta de 2000 mL de tal forma que el agua caiga detrás de la bomba, en el espacio libre. De otra forma el agua salpicará fuera, perdiéndose y dañando el ensayo.
- La bomba deberá quedar asentada sobre los tres "pies" de levante, ligeramente separada del fondo, esto tiene por objeto evitar que la bomba cambie de posición durante el ensayo, así como asegurar suficiente espacio libre detrás de ellas para el agitador del balde.
- La bureta de 2000 mL deberá permanecer con el agua circulando libremente todo el tiempo. Sólo cuando se va a llenar un balde, se suspende esta circulación, circulación reanudándola luego. Si la bureta permanece llena sin circular, durante algún tiempo, se alterará la temperatura del agua contenida en ella.

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	23 de 26

- Es mucho mejor colocar la bomba en posición antes de llenar el balde y no llenar primero, colocando luego la bomba con el accesorio de alambre, pues con este último se corre el riesgo de golpear la bomba contra algo o contra las paredes del balde. Si en algún momento la bomba, o el conjunto balde/bomba ha sufrido un golpe, es mejor volver a comenzar pues es muy probable que la muestra se haya derramado.
- Recuerde que el balde, el exterior de la bomba y el calorímetro deberán estar secos antes de comenzar cualquier ensayo.
- Cuando el agua ha cubierto la bomba, se verifica que no haya escapes de oxígeno antes de colocar el conjunto en el calorímetro. Algunas burbujas podrán salir de las válvulas o de los sujetos electrodos más no de forma continua. Si el flujo de burbujas es continuo, es una indicación de daño en los sellos de la bomba.
- No llene el balde con demasiada anticipación, pues perderá agua por evaporación desviando el ensayo.
- Abra y/o deslice a un lado la tapa del calorímetro.
- Coloque cuidadosamente el balde con la muestra a ensayar inserte los alambres de encendido en los conectores de la cabeza de la bomba, tratando de no mojar los dedos. Esto es muy importante pues si se los moja, alterará el volumen del agua, variando las condiciones del ensayo.

Para la operación de los equipos calorímetros AC500:


- Suministre la información requerida en el software del equipo: identificación de la muestra, peso de la muestra y la identificación de la bomba y después de esto Presione la tecla F5 o el botón "Analice" del panel funcional del software el cual comenzará automáticamente la determinación.
- Cuando este haya terminado el análisis, el controlador avisará emitiendo el reporte preliminar de resultados.
- Abra entonces el calorímetro cuidadosamente remueva el balde con la bomba y la muestra acabada de correr. El equipo estará entonces listo para una nueva determinación, la cual se habrá preparado durante el tiempo consumido por la carrera anterior.
- Saque la bomba del balde y remueva el agua que queda en la cabeza de la bomba, abra la válvula de salida de los gases, suave y cuidadosamente, de tal forma que tome un (1) minuto despresurizarlo. Durante este tiempo vierta el agua remanente del balde en el sistema de llenado. Como en cada ensayo se pierde algo de agua, será necesario chequear y ajustar varias veces en el día el nivel de agua en el tanque. Coloque el balde boca abajo para que se escurra.
- Cuando todo el gas ha salido, desenrosque la tapa, saque la cabeza de la bomba y observe su interior en busca de rastro de carbón no quemado o de derrames de material; si hay evidencia de ello, deseche el ensayo y comience nuevamente con otra porción de muestra.
- Sobre un beaker de (600 – 1000) mL, lave con agua destilada (la cual contiene el indicador) el crisol, electrodo, cabeza de la bomba y el cuerpo interior de esta; deberá tener cuidado especial con las válvulas, abriéndolas y lavando su interior, así con los conectores de los cables de encendido.
- Titule las aguas con solución estándar de carbonato de sodio hasta punto final, viraje del indicador de rojo a anaranjado, registre los mililitros gastados, para hacer la respectiva corrección.
- Coloque el cabezal, invertido, en el soporte y remueva los pedazos no quemados del alambre de ignición y, estirándolos, mídalos en la reglilla correspondiente, para posteriormente hacer la corrección.
- Enjuague luego, con agua destilada preferiblemente, todas las partes de la bomba. Seque con chorro de aire todas las partes de la bomba excepto el interior del cuerpo. Este solo deberá voltearse boca abajo por unos instantes y luego almacenarse boca arriba (deberá quedar siempre un poco de agua en su interior).

ADVERTENCIA: Limpie los crisoles con aire comprimido hasta remoción completa de cualquier residuo, y luego séquelos en la estufa por un tiempo de dos (2) horas a una temperatura de 107 °C aproximadamente.

D1 Está el sistema a la temperatura? Tiene temperaturas estables han logrado para el calorímetro y para el sistema de manejo de las aguas?

D2 Muestra de verificación?. Utilizar una tableta de ácido benzoico para verificación

D3 Verificación ok?. ¿Los resultados de la tableta de ácido benzoico se encuentran dentro del límite de acuerdo a la carta de control respectiva?

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	24 de 26

D4 Fin del lote?. Se terminaron de correr todas las muestras, los duplicados, control de calidad de muestras, etc.

T1 Proceso final.

T2 Terminar proceso. Si el resultado de las pastillas de ácido benzoico se encuentra fuera del límite permitido. La bomba debe colocarse fuera de servicio y ser re-normalizada.

7. REGISTROS


CÓDIGO/NOMBRE	RESPONSABLE	UBICACIÓN	PERIODO
MIN-LC-F-P006-001 Poder calorífico	Supervisor líder de laboratorio/ Analistas	Laboratorio / Archivo Inactivo	10 Años
MIN-LC-F-P006-002 Control de calibración de las bombas calorimétricas	Supervisor líder de laboratorio/ Analistas	Laboratorio / SLIM u Hoja de vida del equipo	5 Años
MIN-LC-F-P006-003 Control de bombas calorimétricas	Supervisor líder de laboratorio/ Analistas	Laboratorio / SLIM u Hoja de vida del equipo	5 Años
MIN-LC-F-P006-005 Análisis de Poder calorífico – Laboratorio Cúcuta	Analistas	Laboratorio / Archivo Inactivo	10 Años
MIN-LC-F-P006-006 Lista de Chequeo-Bombas calorimétricas	Supervisor líder de laboratorio/ Analistas	Laboratorio / SLIM u Hoja de vida del equipo	5 Años
MIN-LC-F-P006-007 Verificación de la Linealidad de los calorímetros	Supervisor líder de laboratorio/ Analistas	Laboratorio / Archivo Inactivo	10 Años
MIN-LM-F-I002-008 Muestra de control-análisis próximos	Supervisor líder de laboratorio/ Analistas	Laboratorio / SLIM u Hoja de vida del equipo	5 Años
MIN-LM-F-P010-003 Verificación de Calibración del Material Volumétrico.	Supervisor líder de laboratorio/ Analistas	Laboratorio / Archivo Inactivo	5 Años

8. CONTROL DE CAMBIOS


Elaborado por: Maguet Arenas

Cargo: Analista I de laboratorio

VERSIÓN	FECHA	REVISÓ	APROBÓ	CAMBIOS
1	Octubre de 2011	Armando Hernández/Especialista Técnico de Laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Separación del SGC de los Sectores: Minerales y Ambiental. - Modificación en la estructura del documento de acuerdo a lo establecido en el procedimiento: MIN-QA-P-001 "Identificación, Preparación y Control de documentos"
2	Enero de 2012	Armando Hernández/Especialista Técnico de Laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización del procedimiento según Norma ASTM D5865 -11a. Corrección de la fórmula (15) del procedimiento. Ver numeral 7.13.4
3	Agosto de 2012	Yomaira Díaz / Supervisor Líder de laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Inclusión de los formatos: MIN-LC-F-P006-003 Control de bombas calorimétricas, y MIN-LC-F-P006-004 Poder calorífico por bomba calorimétrica

	MINERALS SERVICES	Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE	Versión:	13
		Fecha:	Diciembre 2016
		Página	25 de 26

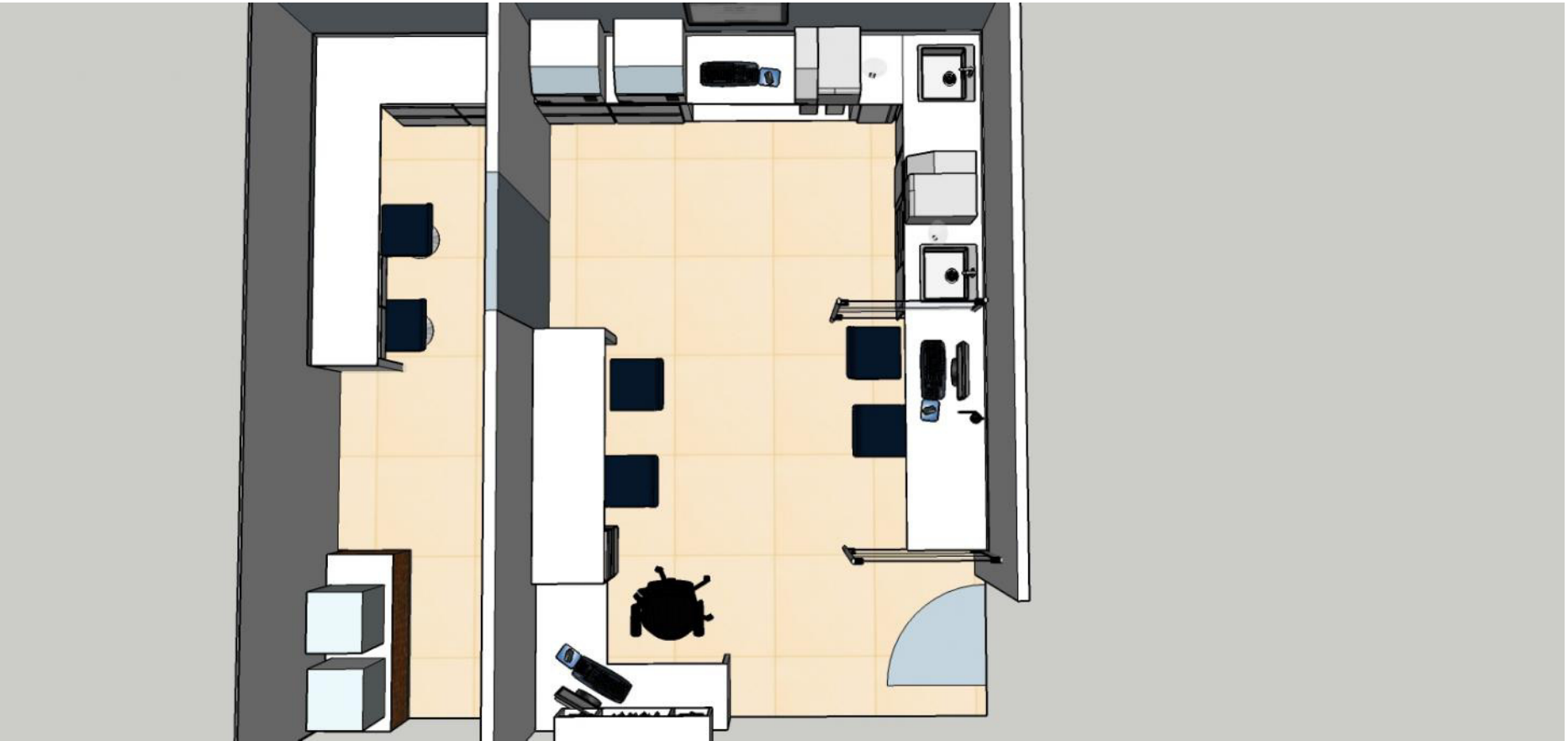
				adiabática-Proyecto Caypa, en el procedimiento
4	Enero de 2013	Armando Hernández/Especialista Técnico de Laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización del procedimiento según Norma ASTM D5865-12 - Cambio en numerales 6.0, 7.4.1 , 7.11.1, 7.11.5 y 7.21 -Inclusión del formato MIN-LC-F-P006-005 en el procedimiento
5	Julio de 2013	Yomaira Díaz/ Supervisor Líder de Laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Inclusión de numeral 7.1 Aviso de Seguridad; y de numerales 7.1.1 a 7.1.4 - Inclusión del formato MIN-LC-F-P006-007 Lista de chequeo-Bombas calorimétricas, en el procedimiento -Inclusión de la Norma ASTM E144-94(2011), en el numeral 4.0 Referencias
6	Octubre de 2013	Yomaira Díaz / Supervisor Líder de laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> -Actualización según MIN-QA-P-001 Control de documentos: Inclusión de la palabra CONFIDENCIAL en el pie de página de los documentos
7	Enero de 2014	Yomaira Díaz / Supervisor Líder de laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización según Norma ASTM D5865-13. - Inclusión de NOTA en el numeral 7.1.4 del presente documento - Cambio en los numerales: 7.6 y 7.11.12 -Inclusión del numeral 7.14.3 en el documento
8	Febrero de 2014	Yomaira Díaz / Supervisor Líder de laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Inclusión del numeral 7.20.1 Uso de la Aplicación SLIM para el Registro de Controles, en el presente documento
9	Octubre de 2014	Yomaira Díaz/Supervisor Líder de Laboratorio	Yolima Rincón / Jefe de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> -Inclusión de Método de ensayo en el numeral 2.0: Alcance - Cambio en el numeral 3.0 Definiciones: Adición de Límite de Repetibilidad y de Reproducibilidad -Cambio en el numeral 2.0: Inclusión de condiciones ambientales - Inclusión de los numerales 7.20.1 y 7.22 -Inclusión del formato MIN-LM-F-1002-008 Muestra de control-análisis próximos
10	Noviembre 2015	Anderson Lara / Analista II de laboratorio	Yomaira Díaz/ Supervisor Líder de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio en la estructura del documento según lo indicado en el procedimiento OI-QA-P-01 Control de documentos - Actualización de la razón social: SGS Colombia S.A.S. - Se elimina el formato MIN-LC-F-P006-004 Poder calorífico por bomba calorimétrica adiabática-Proyecto Caypa del procedimiento - Cambio en los numerales: 4 y 5 - Se incluye el tamaño de partícula en el procedimiento. Ver numeral 6.1

	MINERALS SERVICES		Código:	MIN-LC-P-006
	ANÁLISIS DE PODER CALORÍFICO EN CARBÓN Y COQUE		Versión:	13
			Fecha:	Diciembre 2016
			Página	26 de 26

11	Agosto 2016	Manuel Conrado / Analista II de laboratorio	Yomaira Díaz/ Supervisor líder de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización del documento según lo indicado en QA-P-01 Control de documentos - Se incluye el Elaborado por: en el numeral 8. Control de de Cambios
12	Septiembre 2016	Humberto Blanco/Analista II de Laboratorio	Yomaira Díaz/ Supervisor líder de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Inclusión en el numeral de la bureta de titulación en el numeral 6.2 EQUIPOS Y MATERIALES - Inclusión del procedimiento MIN-LM-P-010 Políticas de Calibración en el numeral 5. Referencias, y el formato MIN-LM-F-P010-003 Verificación de Calibración del Material Volumétrico en el numeral 7 Registros
13	Diciembre 2016	Humberto Blanco/Analista de Laboratorio	Yomaira Díaz/ Supervisor líder de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Inclusión del formato MIN-LC-F-P006-007 Verificación de la Linealidad de los calorímetros. Ver numeral 7. Registros. - Adición del numeral 6.8.1 Verificación de la Linealidad de los calorímetros, en el documento

ANEXO 3-2

PROPUESTA DE DISEÑO
ADECUACIONES LOCATIVAS AL
LABORATORIO













ANEXO 3-3

JOB DESCRIPTIONS DE SGS
COLOMBIA PARA LOS CARGOS
INVOLUCRADOS EN LA OPERACIÓN
DEL LABORATORIO



Job Description

Nivel de Criticidad: Medianamente Crítico

El presente documento contiene las responsabilidades aplicables al cargo: **ANALISTA II DE LABORATORIO / MINERALES**. El Incumplimiento de lo dispuesto en el presente documento, es considerado por las partes firmantes como falta grave y justa causa para dar por terminado el contrato de trabajo, sin indemnización de perjuicios.

Principales Responsabilidades

Realizar la preparación de muestras y los análisis físicos o químicos de laboratorio que le sean asignados, de acuerdo con las normas y procedimientos establecidos; Cumplir con el Programa de Aseguramiento de Calidad del Laboratorio.

Reporta a

Jefe de Laboratorio y/o Supervisor Líder de Laboratorio

Responsabilidades Específicas

- Asegurar que se cuenta con el soporte técnico necesario para el buen funcionamiento del equipo de computo y la seguridad de la información
- Garantizar la toma y preparación de muestras para la realización de análisis de laboratorio que le sean asignados
- Garantizar las labores propias de los análisis físicos y/o químicos que le sean asignados para su realización
- Asegurar el manejo adecuado de todos los equipos a su cargo y la ejecución de las labores de control de funcionamiento/eficiencia y calibración de los mismos, según los procedimientos establecidos en el Laboratorio
- Optimizar la solicitud oportuna al Supervisor Líder de Laboratorio de los consumibles necesarios para asegurar el normal desarrollo de las labores

- Optimizar la información oportuna al Supervisor Líder de Laboratorio y/o Jefe de Laboratorio de los daños o anomalías que se presenten en el funcionamiento de los equipos a su cargo
- Velar por el cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por SGS Colombia y el cliente en el área de trabajo
- Velar por el correcto uso de los elementos de protección durante la ejecución de los trabajos
- Garantizar el cumplimiento de las normas y procedimientos técnicos, operativos, administrativos y de calidad aplicables en su área
- Asegurar la información oportuna a su jefe inmediato sobre cualquier producto no conforme en su proceso o queja y/o reclamo del cliente
- Asegurar su participación activa en la detección de acciones correctivas y preventivas
- Asegurar la participación activa en las auditorias tanto internas como externas, programadas
- Las demás que le sean asignadas, inherentes a su cargo.

Responsabilidades OI

- Cumplir en todo momento con la implementación de las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de calidad, salud, seguridad y ambiente aplicables a su labor.
- Participar activamente en las actividades OI.
- Cumplir con las competencias en OI establecidas para el cargo y para tareas críticas cuando aplique.
- Participar en la identificación de riesgos asociados al proceso.
- Comunicar cualquier actividad sospechosa en el desarrollo de las operaciones diarias.

Funciones OI

- Reportar inmediatamente al jefe directo, los accidentes e incidentes de trabajo y ambientales que ocurran a si mismo o a sus compañeros, participando en la investigación y adopción de medidas correctivas.

- Conocer, implementar y dar cumplimiento permanente a las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de gestión de la calidad, requisitos de acreditación, salud, seguridad y ambiente aplicables.
- Reportar y gestionar las quejas, apelaciones, trabajos no conforme o las no conformidades que se presenten en el desempeño de sus labores.
- Reportar inmediatamente al jefe inmediato, actos y condiciones inseguras para el desempeño de sus actividades.
- Participar activamente en las actividades de Salud Seguridad y Ambiente, para prevenir riesgos e impactos ambientales.
- Participar activamente en todas las actividades OI, especialmente en actividades de formación y entrenamiento.
- Usar correctamente, realizar mantenimiento adecuado los Elementos de Protección Personal y reportar el estado.
- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, dispositivos de seguridad, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, vehículos y en general, los elementos para desarrollar su labor.
- Hacer uso adecuado de las medidas y/o mecanismos implementados en su área de trabajo, tendientes a la prevención y control de los impactos ambientales.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la compañía con el fin de proteger la seguridad y salud de los trabajadores.
- Mantener limpio y ordenado su entorno de trabajo, localizando los equipos y materiales en los lugares asignados.
- Sugerir las medidas que considere oportunas en su ámbito de trabajo para mejorar la seguridad y la eficacia del mismo.
- Informar y enviar los registros de formación y capacitación al área de recursos humanos.

Competencias OI

Experiencia y Educación:

- Propias del cargo

Entrenamiento:

- Generalidades de OI/HSE (Manejo de emergencias, conocimiento en el Sistema de Gestión OI/HSE, normatividad HSE, reporte de accidentes e incidentes, gestión ambiental entre otros aplicables al cargo según necesidades de capacitación identificados por la compañía)

- Tareas Críticas (trabajo seguro en alturas, trabajo seguro en espacios confinados, seguridad vial, prevención riesgo químico, seguridad en trabajo eléctrico, prevención de radiación u otra tarea crítica que surja, según aplique a la labor)

En cuanto a las competencias de entrenamiento, si no cumple con la totalidad de las competencias específicas, deberá velar por cumplirlas, participando oportunamente en el programa de inducción, capacitación y entrenamiento de OI u otras

Perfil

Formación académica:

Tecnólogo Químico, Tecnólogo en Minas / Técnico o Auxiliar de Laboratorio, ó Bachiller como mínimo (para este caso debe tener mínimo (3) años de experiencia en la Compañía).

Experiencia:

Formación técnica dentro de la empresa durante un período mínimo de un (1) mes.

Conocimientos técnicos:

Paquete Office

Control de calidad de laboratorio de acuerdo a la norma NTC-ISO/IEC 17025/ Conocimiento en Validación de métodos, Incertidumbre de la medición, Aseguramiento de la Calidad y Buenas prácticas de laboratorio

Nota: En cuanto a los conocimientos técnicos, si no cumple con la totalidad de los mismos la compañía velará por el cumplimiento y seguimiento a través de su inclusión en el programa de entrenamiento / capacitación

Idiomas:

Español

Habilidades

Liderazgo: Es la habilidad necesaria para orientar la acción de los grupos humanos en una dirección determinada, inspirando valores de acción y anticipando escenarios de desarrollo de la acción en ese grupo. La habilidad para fijar objetivos y su seguimiento, la capacidad de dar retroalimentación integrando las opiniones de otros.

Empowerment: Potenciación o empoderamiento, se refiere a delegar poder y autoridad a los miembros de un equipo y de conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo. Incluye la capacidad para desarrollar la confianza del equipo en sus capacidades. Emprendimiento de acciones eficaces para mejorar el talento y las capacidades de los demás.

Orientación al Cliente: Implica el deseo y vocación por ayudar o servir a los clientes, de comprender y satisfacer sus necesidades. Comprende un esfuerzo por conocer y resolver los problemas de los clientes.

Trabajo en Equipo: Es la capacidad de participar activamente en la prosecución de una meta común, subordinando los intereses personales a los objetivos del equipo. Implica la capacidad de colaborar y cooperar con los demás, de formar parte de un equipo y trabajar juntos.

Orientación a Resultados: Es la tendencia al logro de resultados, fijando metas desafiantes por encima de los estándares, mejorando y manteniendo altos niveles de rendimiento, en el marco de las estrategias de la organización.

Iniciativa: Se refiere a la actitud permanente de adelantarse a los demás en su accionar, a la predisposición para actuar proactivamente. Implica marcar el rumbo mediante acciones concretas, no solo de palabras.

Aprendizaje Continuo: Se refiere a un esfuerzo constante para mejorar la formación y el desarrollo propio, partiendo de la identificación de necesidades. Incluye la capacidad de capitalizar las experiencias de otros.

Innovación: Es la capacidad de idear soluciones nuevas y diferentes para resolver problemas o situaciones requeridas por el propio cargo, la organización, los clientes o el segmento de la economía donde actúe.

Comunicación Asertiva: Habilidad que permite expresar sentimientos, opiniones y pensamientos, en el momento oportuno, de la forma adecuada y sin negar ni desconsiderar los derechos de los demás. Incrementa el autorespeto y la satisfacción de hacer las cosas con la suficiente capacidad para aumentar la confianza seguridad en uno mismo.

Acepto,

Nombre:

C.C. N°:

Fecha:



Job Description

El presente documento contiene las responsabilidades aplicables al cargo de **ASISTENTE DE OPERACIONES LABORATORIO MINERALES**. El incumplimiento de lo dispuesto en el presente documento, es considerado por las partes firmantes como falta grave y justa causa para dar por terminado el contrato de trabajo, sin indemnización ni perjuicios.

Principales Responsabilidades

Organizar, supervisar y controlar técnica y administrativamente todas las operaciones requeridas en el campo

Reporta a

Supervisor de Operaciones, Coordinador de Operaciones, Jefe de Operaciones.

Responsabilidades Específicas

- Asegurar que se cuenta con el soporte técnico necesario para el buen funcionamiento del equipo de cómputo y la seguridad de la información
- Garantizar que la planeación de las actividades requeridas de inspección en el campo se den de una manera organizada y controlada. (Muestreo, Preparación de muestras, Tamizado, Monitoreos Ambientales y de Temperatura, Determinación de densidades, Pesajes y/o Registros de Pesajes, Carga General, etc.
- Optimizar el buen uso y mantenimiento de los equipos de trabajo e informar oportunamente al Coordinador de los daños y anomalías que se presenten en el funcionamiento de los equipos a su cargo en el campo así, como en las labores del personal bajo su mando
- Garantizar el cumplimiento de las normas y procedimientos técnicos, administrativos y de calidad aplicables a su área, en el sitio de trabajo
- Asegurar que se cuenta con los elementos de trabajo y/o consumibles necesarios para asegurar el normal desarrollo de la operación a su cargo
- Asegurar el uso de los materiales y/o consumibles recibidos para la operación, velando por su uso apropiado y eficiente
- Garantizar la entrega veraz, rápida y oportuna de la información necesaria tanto interna al Supervisor, Coordinador, y/o Asistente Operativa, como la que tenga que suministrar al cliente externo

- Asegurar el manejo adecuado y el mantenimiento de todos los equipos a su cargo
- Velar por el cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por SGS Colombia y el cliente en el área de trabajo
- Velar por el correcto uso de los elementos de protección durante la ejecución de los trabajos
- Asegurar la información oportuna a su jefe inmediato sobre cualquier producto no conforme en su proceso o queja y/o reclamo del cliente
- Asegurar su participación activa en la detección de acciones correctivas, preventivas y mejoras
- Asegurar la participación activa en las auditorias tanto internas como externas, programadas por el Sector de Minerales
- Las demás que le sean asignadas, inherentes a su cargo.

Responsabilidades OI

- Cumplir en todo momento con la implementación de las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de calidad, salud, seguridad y ambiente aplicables a su labor.
- Participar activamente en las actividades OI.
- Cumplir con las competencias en OI establecidas para el cargo y para tareas críticas cuando aplique.

Funciones OI

- Reportar inmediatamente al jefe directo, los accidentes e incidentes de trabajo y ambientales que ocurran a si mismo o a sus compañeros, participando en la investigación y adopción de medidas correctivas.
- Conocer, implementar y dar cumplimiento permanente a las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de gestión de la calidad, requisitos de acreditación, salud, seguridad y ambiente aplicables.
- Reportar y gestionar las quejas, apelaciones, trabajos no conforme o las no conformidades que se presenten en el desempeño de sus labores.
- Reportar inmediatamente al jefe inmediato, actos y condiciones inseguras para el desempeño de sus actividades.
- Participar activamente en las actividades de Salud Seguridad y Ambiente, para prevenir riesgos e impactos ambientales.
- Participar activamente en todas las actividades OI, especialmente en actividades de formación y entrenamiento.
- Usar correctamente, realizar mantenimiento adecuado los Elementos de Protección Personal y reportar el estado.
- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, dispositivos de seguridad, aparatos,

herramientas, sustancias peligrosas, vehículos y en general, los elementos para desarrollar su labor.

- Hacer uso adecuado de las medidas y/o mecanismos implementados en su área de trabajo, tendientes a la prevención y control de los impactos ambientales.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la compañía con el fin de proteger la seguridad y salud de los trabajadores.
- Mantener limpio y ordenado su entorno de trabajo, localizando los equipos y materiales en los lugares asignados.
- Sugerir las medidas que considere oportunas en su ámbito de trabajo para mejorar la seguridad y la eficacia del mismo.
- Informar y enviar los registros de formación y capacitación al área de recursos humanos.

Perfil

Formación académica:

Estudiante de ingeniería o carreras afines con conocimientos en administración portuaria.

Experiencia:

Formación dentro de la organización durante un tiempo mínimo de dos (2) meses

Habilidades

COMPETENCIA	DESCRIPCION	CONDUCTAS ASOCIADAS
1. Trabajo en Equipo	Es la capacidad de participar activamente en la prosecución de una meta común, subordinando los intereses personales a los objetivos del equipo. Implica la capacidad de colaborar y cooperar con los demás, de formar parte de un equipo y trabajar juntos.	<ul style="list-style-type: none">• Fortalece el espíritu de equipo en la organización.• Expresa satisfacción personal por los éxitos de su equipo.• Actúa para desarrollar un ambiente de trabajo amistoso, buen clima y espíritu de cooperación.

COMPETENCIA	DESCRIPCION	CONDUCTAS ASOCIADAS
2. Iniciativa	Se refiere a la actitud permanente de adelantarse a los demás en su accionar, a la predisposición para actuar proactivamente. Implica marcar el rumbo mediante acciones concretas, no solo de palabras.	<ul style="list-style-type: none"> • Se anticipa a las situaciones con una visión a largo plazo. • Actúa para crear oportunidades o evitar problemas. • Elabora planes de contingencia. • Es promotor de ideas innovadoras.
3. Aprendizaje Continuo	Se refiere a un esfuerzo constante para mejorar la formación y el desarrollo propio, partiendo de la identificación de necesidades. Incluye la capacidad de capitalizar las experiencias de otros.	<ul style="list-style-type: none"> • Busca y comparte información útil para la resolución de situaciones de negocios, utilizando todo el potencial de la empresa.
4. Temple	Es la capacidad para justificar o explicar los problemas surgidos, los fracasos o los acontecimientos negativos.	<ul style="list-style-type: none"> • Se mantiene fuerte en situaciones difíciles. • Admite sus errores y busca siempre la forma de solucionarlos, para agregar valor a su conducta y corregir problemas.

COMPETENCIA	DESCRIPCION	CONDUCTAS ASOCIADAS
5. Comunicación Asertiva	Habilidad que permite expresar sentimientos, opiniones y pensamientos, en el momento oportuno, de la forma adecuada y sin negar ni desconsiderar los derechos de los demás. Incrementa el autorespeto y la satisfacción de hacer las cosas con la suficiente capacidad para aumentar la confianza seguridad en uno mismo.	<ul style="list-style-type: none">• Expresa sentimientos y deseos positivos y negativos de una forma eficaz, sin negar o menospreciar los derechos de los demás y sin crear o sentir vergüenza.• Discrimina entre la aserción, la agresión y la pasividad.• Conoce las ocasiones en que la expresión personal es importante y adecuada.• Se defiende sin agresión o pasividad, frente a la conducta poco cooperadora, apropiada o razonable de los demás.

Job Description

Nivel de Criticidad: Crítico

El presente documento contiene las responsabilidades aplicables al cargo de **COORDINADOR DE OPERACIONES / MINERALES**. El incumplimiento de lo dispuesto en el presente documento, es considerado por las partes firmantes como falta grave y justa causa para dar por terminado el contrato de trabajo, sin indemnización ni perjuicios.

Principales Responsabilidades

Planear, coordinar, y controlar técnica y administrativamente las operaciones del área a su cargo

Reporta a

Gerente del Sector / Product Manager

Responsabilidades Específicas

- Optimizar la información al Gerente del Sector y/o Producto Manager de las actividades operativas que se lleven a cabo
- Soportar a la Gerencia del Sector en la evaluación y mantenimiento de la satisfacción del cliente en los contratos a su cargo.
- Optimizar la magnitud y cronograma de compras para los consumibles, elementos de uso y repuestos para el área operativa a su cargo.
- Asegurar la compra de equipos necesarios para las operaciones
- Garantizar la planeación y coordinación de todas las actividades operacionales del área que le corresponda
- Asignar el trabajo, definir los parámetros e instrucciones de operación y entregarlos a los Ingenieros Supervisores
- Garantizar el cumplimiento de las normas y procedimientos técnicos, operativos, administrativos y del sistema de calidad aplicables en las operaciones

- Asegurar la supervisión y control, a nivel general de las diferentes operaciones que se ejecuten en el campo bajo el control directo de los supervisores de operación.
- Garantizar el control y supervisión de la planta de personal que labore en el área operativa a su cargo y controlar los gastos de las operaciones
- Garantizar la entrega de la información técnica y operativa que se requiera
- Optimizar el control de los programas de mantenimiento y sistemas informáticos que agilicen los procesos operativos.
- Verificar el aseguramiento metrológico de los equipos a su cargo, que así lo requieran
- Asegurar que se introduzcan al sistema los requerimientos de los clientes para cada una de las diferentes operaciones a su cargo y/o supervisará la exactitud de dicha captura de datos si ella hubiere sido introducida por otra persona
- Optimizar la utilización de los recursos a su cargo, revisando las cifras de ingresos y gastos en el sysbud.
- Asegurar la atención oportuna sobre cualquier producto no conforme en su proceso o queja y/o reclamo del cliente
- Asegurar su participación activa en la detección de acciones correctivas, preventivas y planes de mejora
- Asegurar la participación activa en las auditorías tanto internas como externas, programadas por el Sector de Minerales
- Elaborar cotizaciones y realizar el respectivo seguimiento
- Visitar clientes actuales y potenciales
- Realizar informes de monitoreos en general
- Las demás que le sean asignadas, inherentes a su cargo.

Responsabilidades OI

- Garantizar que el personal bajo su dirección cumpla con las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de gestión de calidad, requisitos de acreditación, salud, seguridad y ambiente.
- Asegurar que los trabajadores bajo su dirección conozcan los cambios en la documentación del área/sector y los procedimientos de OI y Manual Corporativo.
- Garantizar que el personal bajo su dirección participe, se capacite y entrene en temas de OI, permitiendo fortalecer sus competencias.
- Cumplir con las competencias y funciones en OI establecidas para su cargo y tareas críticas cuando aplique.

- Asegurar que las actualizaciones de la documentación de OI y Manual de Seguridad Corporativo, sea discutida y distribuida de manera oportuna a todos los trabajadores bajo su dirección.
- Participar en la identificación de riesgos asociados al proceso.
- Comunicar cualquier actividad sospechosa en el desarrollo de las operaciones diarias.

Funciones OI

- Verificar y propender por el cumplimiento de objetivos OI en las operaciones a cargo.
- Analizar con el área de OI la adopción de decisiones que puedan afectar la calidad de los procesos y servicios, el cumplimiento de los criterios de acreditación, la salud, seguridad, ambiente y condiciones de trabajo.
- Informar al área OI, cambios en la operación que puedan incluir nuevos riesgos, aspectos ambientales o procesos adicionales, incluyendo equipos y/o sustancias químicas entre otros.
- Garantizar y verificar que se elaboren y envíen los informes, inspecciones de seguridad y ambiente mensuales y demás soportes de gestión, al área de OI.
- Apoyar el establecimiento y ejecución del Plan de Gestión OI de proyectos cuando sean solicitados contractualmente. (sólo aplica a supervisores y coordinadores de operaciones).
- Garantizar el diseño y ejecución del Plan de Emergencias y Evacuación del proyecto, sucursal u operación bajo supervisión.
- Conocer, implementar y dar cumplimiento permanente las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de calidad, criterios de acreditación, salud, seguridad y ambiente aplicables.
- Promover y verificar los análisis de trabajo seguro y permisos de trabajo, en la realización de tareas críticas o cuando aplique.
- Promover y participar en la elaboración de documentos para controlar las actividades de las operaciones.
- Apoyar y participar activamente en las actividades de calidad, salud, seguridad y ambiente
- Asegurar que se realicen las acciones de prevención y corrección en su ámbito de actuación.
- Promover los canales de comunicación, motivación, participación, consulta y rendición de cuentas interna y externa en relación a las actividades de OI.
- Reportar oportunamente los accidentes e incidentes de trabajo y ambientales ocurridos en su área, participar en la investigación y aplicar las medidas correctivas necesarias para evitar su repetición.
- Suministrar al personal a su cargo los elementos de protección personal necesarios y exigir el uso adecuado.
- Asegurar que el personal nuevo reciba inducción, entrenamiento y capacitación necesaria en los procedimientos técnicos y administrativos, para desarrollar sus funciones de manera controlada, segura, antes de iniciar labores.
- Asegurar el cumplimiento de los programas de capacitación y entrenamiento en OI del personal a cargo.
- Promover, participar y discutir temas de OI en reuniones de trabajo o específicas de seguridad, con el fin de revisar indicadores de gestión, planes de gestión, acciones correctivas, preventivas y mejora, atención a quejas entre otros temas para la mejora continua.
- Garantizar la realización de charlas de seguridad y difusión de boletines, comunicados e información de OI al personal a cargo, con el fin de garantizar su conocimiento y aplicación.
- Verificar que personal bajo su dirección cumpla con las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de calidad, acreditación,

salud, seguridad y ambiente, asegurándose que se llevan a cabo en las debidas condiciones de seguridad, salud y protección del ambiente.

- Proporcionar información sobre cualquier material o situación peligrosa a la cual algún trabajador o contratista podría poner en riesgo su integridad o generar algún impacto ambiental.
- Cumplir con los procesos de reclutamiento, incluyendo evaluación de competencias OI, informar a RRHH incapacidades, cambios en funciones, nuevos riesgos y asegurar la actualización de los registros de personal.
- Informar los cambios de funciones, responsabilidades del personal a cargo al área de Recursos Humanos.

Competencias OI

Experiencia y Educación:

Propias del cargo

Entrenamiento:

- Generalidades de OI/HSE (Manejo de emergencias, conocimiento en el Sistema de Gestión OI/HSE, normatividad HSE, reporte de accidentes e incidentes, gestión ambiental entre otros aplicables al cargo según necesidades de capacitación identificados por la compañía)
- Tareas Críticas (trabajo seguro en alturas, trabajo seguro en espacios confinados, seguridad vial, prevención riesgo químico, seguridad en trabajo eléctrico, prevención de radiación u otra tarea crítica que surja, según aplique a la labor)
- Conocimiento en el sistema de gestión de calidad (solo si aplica)

En cuanto a las competencias de entrenamiento, si no cumple con la totalidad de las competencias específicas, deberá velar por cumplirlas, participando oportunamente en el programa de inducción, capacitación y entrenamiento de OI u otras

Perfil

Formación académica:

Ingeniero Químico, Ingeniero Industrial ó afines

Experiencia:

Cinco (5) años mínimo en actividades de muestreos manuales y automáticos, conocimientos estadísticos de análisis y procedimientos operativos y tres (3) años mínimo en actividades de muestreos ambientales

Conocimientos técnicos:

Paquete Office

Idiomas:

Español, Conocimientos de Inglés Técnico

Habilidades

Desarrollo de Equipo: Es la habilidad de desarrollar el equipo hacia adentro, el desarrollo de los propios recursos humanos. Supone facilidad por la relación interpersonal y la capacidad de comprender la repercusión que las acciones personales ejercen sobre el éxito de las acciones de los demás. Incluye la capacidad de generar adhesión, compromiso y fidelidad.

Liderazgo: Es la habilidad necesaria para orientar la acción de los grupos humanos en una dirección determinada, inspirando valores de acción y anticipando escenarios de desarrollo de la acción en ese grupo. La habilidad para fijar objetivos y su seguimiento, la capacidad de dar retroalimentación integrando las opiniones de otros.

Empowerment: Potenciación o empoderamiento, se refiere a delegar poder y autoridad a los miembros de un equipo y de conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo. Incluye la capacidad para desarrollar la confianza del equipo en sus capacidades. Emprendimiento de acciones eficaces para mejorar el talento y las capacidades de los demás.

Orientación al Cliente: Implica el deseo y vocación por ayudar o servir a los clientes, de comprender y satisfacer sus necesidades. Comprende un esfuerzo por conocer y resolver los problemas de los clientes.

Trabajo en Equipo: Es la capacidad de participar activamente en la prosecución de una meta común, subordinando los intereses personales a los objetivos del equipo. Implica la capacidad de colaborar y cooperar con los demás, de formar parte de un equipo y trabajar juntos.

Orientación a Resultados: Es la tendencia al logro de resultados, fijando metas desafiantes por encima de los estándares, mejorando y manteniendo altos niveles de rendimiento, en el marco de las estrategias de la organización.

Negociación: Habilidad para crear un ambiente propicio para la colaboración y lograr compromisos duraderos que fortalezcan la relación. Corresponde a la capacidad para dirigir o controlar una discusión utilizando técnicas ganar-ganar, planificando alternativas para negociar los mejores acuerdos. Se trata de centrarse en los problemas y no en las personas.

Impacto e Influencia: Implica persuadir, convencer, influir o impresionar a los demás para que contribuyan a alcanzar sus propios objetivos. Está basado en el deseo de causar un efecto específico, una impresión determinada o una actuación concreta en los demás cuando se persigue un objetivo.

Comunicación Asertiva: Habilidad que permite expresar sentimientos, opiniones y pensamientos, en el momento oportuno, de la forma adecuada y sin negar ni desconsiderar los derechos de los demás. Incrementa el autorespeto y la satisfacción de hacer las cosas con la suficiente capacidad para aumentar la confianza seguridad en uno mismo.

Acepto,

Nombre:

C.C. N°:

Fecha

Job Description

Nivel de Criticidad: Crítico

El presente documento contiene las responsabilidades aplicables al cargo de **INSPECTOR MARINO LABORATORIO / MINERALES**. El incumplimiento de lo dispuesto en el presente documento, es considerado por las partes firmantes como falta grave y justa causa para dar por terminado el contrato de trabajo, sin indemnización ni perjuicios.

Principales Responsabilidades

Responsable de la ejecución de Draft Survey e inspecciones especializadas en el sector marino.

Reporta a

Coordinador de Operaciones

Responsabilidades Específicas

- Asegurar el desarrollo de las instrucciones dadas por el Coordinador de Operaciones sobre la clase de servicio solicitado por el cliente, reuniendo toda la información necesaria para la elaboración del informe final.
- Asegurar la preparación y revisión de todos los documentos, elementos y/o herramientas básicas necesarias para ejecutar la labor encomendada.
- Leer, calcular, realizar cálculos de Draft Survey para determinación de cantidad de carga y Bunker Survey para en todo tipo de Motonaves.
- Realizar inspecciones de bodegas, generar informes acerca de manejo, almacenamiento y segregación de cargas peligrosas de acuerdo a código internacional IMDG.
- Atestiguar y generar reportes acerca de manejo de estiba de carga a bordo cuando ello sea necesario.
- Realizar, si su competencia lo permite, peritajes para embarcaciones marinas y funcionamiento de equipos marinos.
- Inspeccionar cargas marinas en general.

- Instruir, capacitar recurso humano en el área del Draft Survey.
- Cubrir vacaciones de surveyors del proyecto Drummond ya sea en puerto Drummond (departamento del Magdalena) o en otros proyectos que SGS encomiende.
- Asegurar el contacto con el cliente y/o su agente/representante para verificación de los datos recibidos como información previa del trabajo a realizar.
- Garantizar los trabajos asignados a bordo de motonaves o en los terminales marítimos basándose en las normas técnicas que para cada caso específico de inspección estén vigentes.
- Optimizar el buen uso y mantenimiento de los equipos de trabajo e informar oportunamente al Jefe Directo de los daños y anomalías que se presenten en el funcionamiento de los equipos a su cargo.
- Garantizar el cumplimiento de las normas y procedimientos técnicos, administrativos y de calidad aplicables a su área, en el sitio de trabajo.
- Garantizar la entrega veraz, rápida y oportuna de la información necesaria tanto al jefe directo como cliente interno como al externo.
- Asegurar el manejo adecuado de todos los equipos a su cargo y que se cuenta con el soporte técnico necesario para el buen funcionamiento del equipo de cómputo y la seguridad de la información.
- Asegurar la información oportuna a su jefe inmediato sobre cualquier producto no conforme en su proceso o queja y/o reclamo del cliente.
- Asegurar su participación activa en la detección de acciones correctivas, preventivas y planes de mejora.
- Asegurar la participación activa en las auditorías tanto internas como externas, programadas por el Sector de Minerales.
- Visitar clientes actuales y potenciales.
- Controlar los gastos de las operaciones.
- Las demás que le sean asignadas, y otra inherentes a su cargo.

Responsabilidades OI

- Cumplir en todo momento con la implementación de las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de calidad, salud, seguridad y ambiente aplicables a su labor.
- Participar activamente en las actividades OI.
- Cumplir con las competencias en OI establecidas para el cargo y para tareas críticas cuando aplique.
- [Participar en la identificación de riesgos asociados al proceso.](#)
- [Comunicar cualquier actividad sospechosa en el desarrollo de las operaciones diarias.](#)

Funciones OI

- Reportar inmediatamente al jefe directo, los accidentes e incidentes de trabajo y ambientales que ocurran a si mismo o a sus compañeros, participando en la investigación y adopción de medidas correctivas.
- Conocer, implementar y dar cumplimiento permanente a las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de gestión de la calidad, requisitos de acreditación, salud, seguridad y ambiente aplicables.
- Reportar y gestionar las quejas, apelaciones, trabajos no conforme o las no conformidades que se presenten en el desempeño de sus labores.
- Reportar inmediatamente al jefe inmediato, actos y condiciones inseguras para el desempeño de sus actividades.
- Participar activamente en las actividades de Salud Seguridad y Ambiente, para prevenir riesgos e impactos ambientales.
- Participar activamente en todas las actividades OI, especialmente en actividades de formación y entrenamiento.
- Usar correctamente, realizar mantenimiento adecuado los Elementos de Protección Personal y reportar el estado.
- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, dispositivos de seguridad, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, vehículos y en general, los elementos para desarrollar su labor.
- Hacer uso adecuado de las medidas y/o mecanismos implementados en su área de trabajo, tendientes a la prevención y control de los impactos ambientales.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la compañía con el fin de proteger la seguridad y salud de los trabajadores.
- Mantener limpio y ordenado su entorno de trabajo, localizando los equipos y materiales en los lugares asignados.
- Sugerir las medidas que considere oportunas en su ámbito de trabajo para mejorar la seguridad y la eficacia del mismo.
- Informar y enviar los registros de formación y capacitación al área de recursos humanos.

Competencias OI

Experiencia y Educación:

Propias del cargo

Entrenamiento:

- Generalidades de OI/HSE (Manejo de emergencias, conocimiento en el Sistema de Gestión OI/HSE, normatividad HSE, reporte de accidentes e incidentes, gestión ambiental entre otros aplicables al cargo según necesidades de capacitación identificados por la compañía)
- Tareas Críticas (trabajo seguro en alturas, trabajo seguro en espacios confinados, seguridad vial, prevención riesgo químico, seguridad en trabajo eléctrico, prevención de radiación u otra tarea crítica que surja, según aplique a la labor)

En cuanto a las competencias de entrenamiento, si no cumple con la totalidad de las competencias específicas, deberá velar por cumplirlas, participando oportunamente en el programa de inducción, capacitación y entrenamiento de OI u otras

Perfil

Formación académica:

Oficial Naval o Mercante, Profesional Universitario ó Bachiller con un (1) año de formación en la Organización

Experiencia:

Cuatro (4) años de experiencia en cargos similares. En su defecto, formación técnica profesional dentro de la organización

Conocimientos técnicos:

Paquete Office

Idiomas:

Español, Buen dominio del inglés: escrito, hablado y comprensión.

Habilidades

Liderazgo: Es la habilidad necesaria para orientar la acción de los grupos humanos en una dirección determinada, inspirando valores de acción y anticipando escenarios de desarrollo de la acción en ese grupo. La habilidad para fijar objetivos y su seguimiento, la capacidad de dar retroalimentación integrando las opiniones de otros.

Empowerment: Potenciación o empoderamiento, se refiere a delegar poder y autoridad a los miembros de un equipo y de conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo. Incluye la capacidad para desarrollar la confianza del equipo en sus capacidades. Emprendimiento de acciones eficaces para mejorar el talento y las capacidades de los demás.

Orientación al Cliente: Implica el deseo y vocación por ayudar o servir a los clientes, de comprender y satisfacer sus necesidades. Comprende un esfuerzo por conocer y resolver los problemas de los clientes.

Trabajo en Equipo: Es la capacidad de participar activamente en la prosecución de una meta común, subordinando los intereses personales a los objetivos del equipo. Implica la capacidad de colaborar y cooperar con los demás, de formar parte de un equipo y trabajar juntos.

Orientación a Resultados: Es la tendencia al logro de resultados, fijando metas desafiantes por encima de los estándares, mejorando y manteniendo altos niveles de rendimiento, en el marco de las estrategias de la organización.

Iniciativa: Se refiere a la actitud permanente de adelantarse a los demás en su accionar, a la predisposición para actuar proactivamente. Implica marcar el rumbo mediante acciones concretas, no solo de palabras.

Aprendizaje Continuo: Se refiere a un esfuerzo constante para mejorar la formación y el desarrollo propio, partiendo de la identificación de necesidades. Incluye la capacidad de capitalizar las experiencias de otros.

Innovación: Es la capacidad de idear soluciones nuevas y diferentes para resolver problemas o situaciones requeridas por el propio cargo, la organización, los clientes o el segmento de la economía donde actúe.

Comunicación Asertiva: Habilidad que permite expresar sentimientos, opiniones y pensamientos, en el momento oportuno, de la forma adecuada y sin negar ni desconsiderar los derechos de los demás. Incrementa el autorespeto y la satisfacción de hacer las cosas con la suficiente capacidad para aumentar la confianza seguridad en uno mismo.

Acepto,

Nombre:

C.C. N°:

Fecha:

Job Description

Nivel de Criticidad: Medianamente Crítico

El presente documento contiene las responsabilidades aplicables al cargo de **PREPARADOR DE MUESTRAS DEL LABORATORIO / MINERALES**. El incumplimiento de lo dispuesto en el presente documento, es considerado por las partes firmantes como falta grave y justa causa para dar por terminado el contrato de trabajo, sin indemnización ni perjuicios.

Principales Responsabilidades

Ejecutar labores de toma y preparación de muestras para análisis de laboratorio según los procedimientos establecidos y/o instrucciones directas de un Superior y ejecución de análisis rápidos.

Reporta a

Jefe de Laboratorio y/o Supervisor Líder de Laboratorio, Supervisor de Operaciones

Responsabilidades Específicas

- Asegurar/ Garantizar la preparación de muestras de laboratorio para la realización de análisis, que involucra entre otras labores la reducción, homogenización, división de las muestras brutas recibidas, al igual que la pulverización para la obtención de las muestras de análisis, lo mismo que el secado al aire cuando sea aplicable
- Asegurar la entrega de las muestras preparadas al área de análisis para los ensayos, conjuntamente con la respectiva documentación
- Asegurar el registro en el archivo de los datos correspondientes a cada muestra, y la identificación de las mismas en el Sistema Operativo que aplique / (Solser, CClas, etc), según los procedimientos establecidos, manteniendo actualizado el registro
- Garantizar el correcto almacenamiento y evacuación de las muestras “Testigo y remanente” de acuerdo a los tiempos fijados en los procedimientos y/o instrucciones respectivas
- Asegurar la realización de las determinaciones de HGI, ensayos de granulometría y Análisis rápidos, a muestras de Carbón cuando se requiera.

- Asegurar el manejo adecuado y el mantenimiento de todos los equipos de preparación de muestras a su cargo y procedimientos de chequeo para cada uno de los mismos.
- Asegurar los registros de las condiciones ambientales del área de preparación según los procedimientos/instrucciones pertinentes
- Garantizar la solicitud de los consumibles necesarios para la ejecución de sus labores
- Velar por el cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por SGS Colombia y el cliente en el área de trabajo
- Velar por el correcto uso de los elementos de protección durante la ejecución de los trabajos
- Asegurar la limpieza y orden del área de trabajo y equipos inherentes a su trabajo
- Garantizar el cumplimiento de las normas y procedimientos técnicos, administrativos y de calidad aplicables a su área, en el sitio de trabajo
- Asegurar la información oportuna a su jefe inmediato sobre cualquier producto no conforme en su proceso o queja y/o reclamo del cliente
- Asegurar la participación activa en las auditorias tanto internas como externas, programadas por el Sector de Minerales
- Asegurar su participación activa en la detección de acciones correctivas, preventivas
- Las demás que le sean asignadas, inherentes a su cargo.

Responsabilidades OI

- Cumplir en todo momento con la implementación de las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de calidad, salud, seguridad y ambiente aplicables a su labor.
- Participar activamente en las actividades OI.
- Cumplir con las competencias en OI establecidas para el cargo y para tareas críticas cuando aplique.
- Participar en la identificación de riesgos asociados al proceso.
- Comunicar cualquier actividad sospechosa en el desarrollo de las operaciones diarias.

Funciones OI

- Reportar inmediatamente al jefe directo, los accidentes e incidentes de trabajo y ambientales que ocurran a si mismo o a sus compañeros, participando en la investigación y adopción de medidas correctivas.

- Conocer, implementar y dar cumplimiento permanente a las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de gestión de la calidad, requisitos de acreditación, salud, seguridad y ambiente aplicables.
- Reportar y gestionar las quejas, apelaciones, trabajos no conforme o las no conformidades que se presenten en el desempeño de sus labores.
- Reportar inmediatamente al jefe inmediato, actos y condiciones inseguras para el desempeño de sus actividades.
- Participar activamente en las actividades de Salud Seguridad y Ambiente, para prevenir riesgos e impactos ambientales.
- Participar activamente en todas las actividades OI, especialmente en actividades de formación y entrenamiento.
- Usar correctamente, realizar mantenimiento adecuado los Elementos de Protección Personal y reportar el estado.
- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, dispositivos de seguridad, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, vehículos y en general, los elementos para desarrollar su labor.
- Hacer uso adecuado de las medidas y/o mecanismos implementados en su área de trabajo, tendientes a la prevención y control de los impactos ambientales.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la compañía con el fin de proteger la seguridad y salud de los trabajadores.
- Mantener limpio y ordenado su entorno de trabajo, localizando los equipos y materiales en los lugares asignados.
- Sugerir las medidas que considere oportunas en su ámbito de trabajo para mejorar la seguridad y la eficacia del mismo.
- Informar y enviar los registros de formación y capacitación al área de recursos humanos.

Competencias OI

Experiencia y Educación

Propias del cargo

Entrenamiento:

- Generalidades de OI/HSE (Manejo de emergencias, conocimiento en el Sistema de Gestión OI/HSE, normatividad HSE, reporte de accidentes e incidentes, gestión ambiental entre otros aplicables al cargo según necesidades de capacitación identificados por la compañía)
- Tareas Críticas (trabajo seguro en alturas, trabajo seguro en espacios confinados, seguridad vial, prevención riesgo químico, seguridad en trabajo eléctrico, prevención de radiación u otra tarea crítica que surja, según aplique a la labor)
- Control de calidad de laboratorio de acuerdo a la norma NTC-ISO/IEC 17025/ Aseguramiento de la Calidad y Buenas prácticas de laboratorio

En cuanto a las competencias de entrenamiento, si no cumple con la totalidad de las competencias específicas, deberá velar por cumplirlas, participando oportunamente en el programa de inducción, capacitación y entrenamiento de OI u otras

Perfil

Formación académica:

Técnico en minas / Técnico de laboratorio / Bachiller / Funcionario entrenado en la Organización

Experiencia:

Un (1) mes de entrenamiento Teórico-Práctico en la Compañía, en el área de preparación de muestras

Conocimientos técnicos:

Idiomas:

Español

Habilidades

Liderazgo: Es la habilidad necesaria para orientar la acción de los grupos humanos en una dirección determinada, inspirando valores de acción y anticipando escenarios de desarrollo de la acción en ese grupo. La habilidad para fijar objetivos y su seguimiento, la capacidad de dar retroalimentación integrando las opiniones de otros.

Empowerment: Potenciación o empoderamiento, se refiere a delegar poder y autoridad a los miembros de un equipo y de conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo. Incluye la capacidad para desarrollar la confianza del equipo en sus capacidades. Emprendimiento de acciones eficaces para mejorar el talento y las capacidades de los demás.

Orientación al Cliente: Implica el deseo y vocación por ayudar o servir a los clientes, de comprender y satisfacer sus necesidades. Comprende un esfuerzo por conocer y resolver los problemas de los clientes.

Trabajo en Equipo: Es la capacidad de participar activamente en la prosecución de una meta común, subordinando los intereses personales a los objetivos del equipo. Implica la capacidad de colaborar y cooperar con los demás, de formar parte de un equipo y trabajar juntos.

Orientación a Resultados: Es la tendencia al logro de resultados, fijando metas desafiantes por encima de los estándares, mejorando y manteniendo altos niveles de rendimiento, en el marco de las estrategias de la organización.

Iniciativa: Se refiere a la actitud permanente de adelantarse a los demás en su accionar, a la predisposición para actuar proactivamente. Implica marcar el rumbo mediante acciones concretas, no solo de palabras.

Aprendizaje Continuo: Se refiere a un esfuerzo constante para mejorar la formación y el desarrollo propio, partiendo de la identificación de necesidades. Incluye la capacidad de capitalizar las experiencias de otros.

Innovación: Es la capacidad de idear soluciones nuevas y diferentes para resolver problemas o situaciones requeridas por el propio cargo, la organización, los clientes o el segmento de la economía donde actúe.

Comunicación Asertiva: Habilidad que permite expresar sentimientos, opiniones y pensamientos, en el momento oportuno, de la forma adecuada y sin negar ni desconsiderar los derechos de los demás. Incrementa el autorespeto y la satisfacción de hacer las cosas con la suficiente capacidad para aumentar la confianza seguridad en uno mismo.

Acepto,

Nombre:

C.C. N°:

Fecha:

Job Description

El presente documento contiene las responsabilidades aplicables al cargo: **SUPERVISOR DE LABORATORIO**. El Incumplimiento de lo dispuesto en el presente documento, es considerado por las partes firmantes como falta grave y justa causa para dar por terminado el contrato de trabajo, sin indemnización de perjuicios.

Principales Responsabilidades

Supervisar, coordinar y controlar las labores de preparación, análisis de muestras y reportes, en las diferentes áreas o campos de acción del Laboratorio de acuerdo con los procedimientos establecidos por el sector.

Reporta a

Jefe de Laboratorio o Especialista técnico de laboratorio o [Product Manager](#)

Responsabilidades Específicas

- Entregar los reportes de resultados a los clientes en los tiempos estipulados y velar y cumplir con el programa de aseguramiento de calidad del laboratorio.
- Optimizar el buen uso y mantenimiento de los equipos de trabajo e informar oportunamente al Jefe Directo de los daños y anomalías que se presenten en el funcionamiento de los equipos a su cargo.
- Asegurar que se cuenta con los elementos de trabajo y/o consumibles necesarios para asegurar el normal desarrollo de los análisis en el área de laboratorio a su cargo.
- Garantizar el cumplimiento de las normas y procedimientos técnicos administrativos y de calidad aplicables al área de Laboratorio.
- Asegurar que se cuenta con el soporte técnico necesario para el buen funcionamiento de equipos de cómputo y de la seguridad de la información.
- Asegurar el recibo, programación y análisis de las muestras, y garantizar que el personal encargado las identifica e ingresar la información al sistema

- Optimiza las prioridades de ejecución de los análisis
- Garantizar la supervisión y control de las actividades de preparación y análisis de las muestras
- Asegurar las labores de análisis de las muestras
- Asegurar que se diligencien en forma correcta y oportuna los registros de control de los equipos con los cuales se realizan los análisis y preparación de muestras.
- Asegurar que la información obtenida se introduzca oportunamente al Sistema
- Garantizar la información de las hojas de trabajo y/o reporte general de análisis
- Garantizar la entrega oportuna de la información al Jefe de Laboratorio o Especialista técnico de laboratorio o [Product Manager](#) de cualquier anomalía que se presente con el personal a su cargo.
- Velar por el cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por SGS Colombia y el cliente en el área de trabajo
- Velar por el correcto uso de los elementos de protección durante la ejecución de los trabajos
- Garantizar la asistencia al Jefe de Laboratorio o Especialista técnico de laboratorio o [Product Manager](#) en las labores de gestión de calidad
- Asegurar el manejo adecuado de todos los equipos a su cargo
- Asegurar la información oportuna a su jefe inmediato sobre cualquier producto no conforme en su proceso o queja y/o reclamo del cliente
- Asegurar su participación activa en la detección y seguimiento de acciones correctivas, preventivas y planes de mejora
- Asegurar la participación activa en las auditorías tanto internas como externas, programadas por el sector.
- Las demás que le sean asignadas, inherentes a su cargo.

Responsabilidades OI

- Garantizar que el personal bajo su dirección cumpla con las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de gestión de calidad, requisitos de acreditación, salud, seguridad y ambiente.

- Asegurar que los trabajadores bajo su dirección conozcan los cambios en la documentación del área/sector y los procedimientos de OI y Manual Corporativo.
- Garantizar que el personal bajo su dirección participe, se capacite y entrene en temas de OI, permitiendo fortalecer sus competencias.
- Cumplir con las competencias y funciones en OI establecidas para su cargo y tareas críticas cuando aplique.
- Asegurar que las actualizaciones de la documentación de OI y Manual de Seguridad Corporativo, sea discutida y distribuida de manera oportuna a todos los trabajadores bajo su dirección.

Funciones OI

- Verificar y propender por el cumplimiento de objetivos OI en las operaciones a cargo.
- Analizar con el área de OI la adopción de decisiones que puedan afectar la calidad de los procesos y servicios, el cumplimiento de los criterios de acreditación, la salud, seguridad, ambiente y condiciones de trabajo.
- Informar al área OI, cambios en la operación que puedan incluir nuevos riesgos, aspectos ambientales o procesos adicionales, incluyendo equipos y/o sustancias químicas entre otros.
- Garantizar y verificar que se elaboren y envíen los informes, inspecciones de seguridad y ambiente mensuales y demás soportes de gestión, al área de OI.
- Apoyar el establecimiento y ejecución del Plan de Gestión OI de proyectos cuando sean solicitados contractualmente. (sólo aplica a supervisores y coordinadores de operaciones).
- Garantizar el diseño y ejecución del Plan de Emergencias y Evacuación del proyecto, sucursal u operación bajo supervisión.
- Conocer, implementar y dar cumplimiento permanente las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de calidad, criterios de acreditación, salud, seguridad y ambiente aplicables.
- Promover y verificar los análisis de trabajo seguro y permisos de trabajo, en la realización de tareas críticas o cuando aplique.
- Promover y participar en la elaboración de documentos para controlar las actividades de las operaciones.
- Apoyar y participar activamente en las actividades de calidad, salud, seguridad y ambiente
- Asegurar que se realicen las acciones de prevención y corrección en su ámbito de actuación.
- Promover los canales de comunicación, motivación, participación, consulta y rendición de cuentas interna y externa en relación a las actividades de OI.

- Reportar oportunamente los accidentes e incidentes de trabajo y ambientales ocurridos en su área, participar en la investigación y aplicar las medidas correctivas necesarias para evitar su repetición.
- Suministrar al personal a su cargo los elementos de protección personal necesarios y exigir el uso adecuado.
- Asegurar que el personal nuevo reciba inducción, entrenamiento y capacitación necesaria en los procedimientos técnicos y administrativos, para desarrollar sus funciones de manera controlada, segura, antes de iniciar labores.
- Asegurar el cumplimiento de los programas de capacitación y entrenamiento en OI del personal a cargo.
- Promover, participar y discutir temas de OI en reuniones de trabajo o específicas de seguridad, con el fin de revisar indicadores de gestión, planes de gestión, acciones correctivas, preventivas y mejora, atención a quejas entre otros temas para la mejora continua.
- Garantizar la realización de charlas de seguridad y difusión de boletines, comunicados e información de OI al personal a cargo, con el fin de garantizar su conocimiento y aplicación.
- Verificar que personal bajo su dirección cumpla con las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de calidad, acreditación, salud, seguridad y ambiente, asegurándose que se llevan a cabo en las debidas condiciones de seguridad, salud y protección del ambiente.
- Proporcionar información sobre cualquier material o situación peligrosa a la cual algún trabajador o contratista podría poner en riesgo su integridad o generar algún impacto ambiental.
- Cumplir con los procesos de reclutamiento, incluyendo evaluación de competencias OI, informar a RRHH incapacidades, cambios en funciones, nuevos riesgos y asegurar la actualización de los registros de personal.
- Informar los cambios de funciones, responsabilidades del personal a cargo al área de Recursos Humanos.

Perfil

Formación académica: Químico, Químico Farmacéutico, Ingeniero Químico, Microbiólogo o afines.

Experiencia: Tres (3) años en el área de análisis de laboratorio y/o control de Calidad y Un (1) año en manejo de personal. Conocimiento de control de calidad de laboratorio de acuerdo con norma ISO/IEC 17025.

Conocimientos técnicos: Propios del laboratorio,

Habilidades

Comunicación Asertiva: Habilidad que permite expresar sentimientos, opiniones y pensamientos, en el momento oportuno, de la forma adecuada y sin negar ni desconsiderar los derechos de los demás. Incrementa el autorespeto y la satisfacción de hacer las cosas con la suficiente capacidad para aumentar la confianza seguridad en uno mismo.

Orientación a Resultados: Es la tendencia al logro de resultados, fijando metas desafiantes por encima de los estándares, mejorando y manteniendo altos niveles de rendimiento, en el marco de las estrategias de la organización.

Pensamiento estratégico: Es la habilidad para comprender rápidamente los cambios del entorno, las oportunidades del mercado, las amenazas competitivas, las fortalezas y debilidades de su propia organización a la hora de identificar la mejor respuesta estratégica.

Incluye la capacidad para saber cuando hay que abandonar un negocio o reemplazarlo por otro.

Empowerment: Potenciación o empoderamiento, se refiere a delegar poder y autoridad a los miembros de un equipo y de conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo. Incluye la capacidad para desarrollar la confianza del equipo en sus capacidades. Emprendimiento de acciones eficaces para mejorar el talento y las capacidades de los demás.

Impacto e Influencia: Implica persuadir, convencer, influir o impresionar a los demás para que contribuyan a alcanzar sus propios objetivos. Está basado en el deseo de causar un efecto específico, una impresión determinada o una actuación concreta en los demás cuando se persigue un objetivo.

Liderazgo: Es la habilidad necesaria para orientar la acción de los grupos humanos en una dirección determinada, inspirando valores de acción y anticipando escenarios de desarrollo de la acción en ese grupo. La habilidad para fijar objetivos y su seguimiento, la capacidad e dar retroalimentación integrando las opiniones de otros.



Job Description

Nivel de Criticidad: Crítico

El presente documento contiene las responsabilidades aplicables al cargo: **SUPERVISOR DE OPERACIONES / MINERALES**. El Incumplimiento de lo dispuesto en el presente documento, es considerado por las partes firmantes como falta grave y justa causa para dar por terminado el contrato de trabajo, sin indemnización de perjuicios.

Principales Responsabilidades

Planear, dirigir, supervisar y controlar técnica y administrativamente todas las operaciones requeridas en campo que le sean asignadas.

Reporta a

Coordinador de Operaciones, Gerente del Sector y/o Product Manager

Responsabilidades Específicas

- Garantizar que la planeación de las actividades requeridas de monitoreos en el campo se den de una manera organizada y controlada.
- Optimizar el buen uso y mantenimiento de los equipos de trabajo e informar oportunamente al Jefe Directo de los daños y anomalías que se presenten en el funcionamiento de los equipos a su cargo.
- Garantizar el cumplimiento de las normas y procedimientos técnicos, administrativos y de calidad aplicables a su área, en el sitio de trabajo.
- Asegurar que se cuenta con los elementos de trabajo o consumibles necesarios para asegurar el normal desarrollo de la operación a su cargo.
- Asegurar el uso de materiales y consumibles recibidos para la operación, velando por su uso apropiado y eficiente.
- Garantizar la entrega veraz, rápida y oportuna de la información necesaria tanto al cliente interno como al externo.
- Asegurar el manejo adecuado de todos los equipos a su cargo.

- Asegurar que se cuenta con el soporte técnico necesario para el buen funcionamiento del equipo de cómputo y la seguridad de la información.
- Velar por el cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por SGS Colombia y el cliente en el área de trabajo
- Velar por el correcto uso de los elementos de protección durante la ejecución de los trabajos
- Asegurar la información oportuna a su jefe inmediato sobre cualquier producto no conforme en su proceso o queja y/o reclamo del cliente
- Asegurar su participación activa en la detección de acciones correctivas, preventivas y planes de mejora.
- Asegurar la participación activa en las auditorias tanto internas como externas, programadas por el Sector de Minerales.
- Elaborar cotizaciones y realizar el respectivo seguimiento.
- Visitar clientes actuales y potenciales.
- Realizar informes de las actividades que realicen de acuerdo a lo que se les solicite.
- Controlar los gastos de las operaciones a su cargo.
- Las demás que le sean asignadas, inherentes a su cargo.
- Asegurar la participación activa en la ejecución de los procesos de preparación.
- Asegurar la participación activa en la ejecución de los procesos de monitoreo y control de calidad que para el proceso se requiere.
- Asegurar la participación activa en la ejecución de la labor de pesaje y/o registro de controles en el CCLAS.
- Asegurar la participación activa en los procesos registros del sistema de calidad
- Asegurar el control y supervisión sobre los auxiliares y operarios durante las labores de trabajo
- mantener el buen estado de los equipos, instalaciones o instrumentos de inspección para su respectivo mantenimiento preventivo o correctivo.
- Asegurar activamente la participación en el proceso de HSE y demás actividades relacionadas con la seguridad, la salud y medio ambiente.
- Garantizar el cumplimiento de las normas y procedimientos técnicos, operativos, administrativos y de calidad aplicables en su área.
- Garantizar la solicitud de los consumibles necesarios para la ejecución de su operación

- Asegurar el manejo adecuado de todos los equipos a su cargo.
- Asegurar la información oportuna a su jefe inmediato sobre cualquier producto no conforme en su proceso.
- Asegurar su participación activa en la detección de acciones correctivas, preventivas y planes de mejora
- Asegurar la participación activa en las auditorias tanto internas como externas, programadas por el Sector de Minerales.
- Optimizar la magnitud y cronograma de compras para los consumibles, elementos de uso y repuestos para el área operativa a su cargo.
- Asegurar la compra de equipos necesarios para las operaciones
- Garantizar la planeación y coordinación de todas las actividades operacionales del área que le corresponda
- Asignar el trabajo, cronograma de actividades, definir los parámetros e instrucciones de operación y entregarlos a los operadores.
- Garantizar el control y supervisión de la planta de personal que labore en el área operativa a su cargo y controlar los gastos de las operación
- Garantizar la entrega de la información técnica y operativa que se requiera
- Optimizar el control de los programas de mantenimiento y sistemas informáticos que agilicen los procesos operativos.
- Verificar el aseguramiento metrológico de los equipos a su cargo, que así lo requieran
- Asegurar la atención oportuna sobre cualquier producto no conforme en su proceso o queja y/o reclamo del cliente interno
- Velar por el buen manejo y mantenimiento de equipos entregados a SGS Colombia bajo su custodia.
- Velar por el cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por SGS Colombia y el cliente en el área de trabajo.
- Velar por el correcto uso de los elementos de protección durante la ejecución de los trabajos
- Realizar informes de monitoreos en general
- Las demás que le sean asignadas inherentes a su cargo.

Responsabilidades OI

- Garantizar que el personal bajo su dirección cumpla con las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de gestión de calidad, requisitos de acreditación, salud, seguridad y ambiente.
- Asegurar que los trabajadores bajo su dirección conozcan los cambios en la documentación del área/sector y los procedimientos de OI y Manual Corporativo.
- Garantizar que el personal bajo su dirección participe, se capacite y entrene en temas de OI, permitiendo fortalecer sus competencias.
- Cumplir con las competencias y funciones en OI establecidas para su cargo y tareas críticas cuando aplique.
- Asegurar que las actualizaciones de la documentación de OI y Manual de Seguridad Corporativo, sea discutida y distribuida de manera oportuna a todos los trabajadores bajo su dirección.
- Participar en la identificación de riesgos asociados al proceso.
- Comunicar cualquier actividad sospechosa en el desarrollo de las operaciones diarias.

Funciones OI

- Verificar y propender por el cumplimiento de objetivos OI en las operaciones a cargo.
- Analizar con el área de OI la adopción de decisiones que puedan afectar la calidad de los procesos y servicios, el cumplimiento de los criterios de acreditación, la salud, seguridad, ambiente y condiciones de trabajo.
- Informar al área OI, cambios en la operación que puedan incluir nuevos riesgos, aspectos ambientales o procesos adicionales, incluyendo equipos y/o sustancias químicas entre otros.
- Garantizar y verificar que se elaboren y envíen los informes, inspecciones de seguridad y ambiente mensuales y demás soportes de gestión, al área de OI.
- Apoyar el establecimiento y ejecución del Plan de Gestión OI de proyectos cuando sean solicitados contractualmente. (sólo aplica a supervisores y coordinadores de operaciones).
- Garantizar el diseño y ejecución del Plan de Emergencias y Evacuación del proyecto, sucursal u operación bajo supervisión.
- Conocer, implementar y dar cumplimiento permanente las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de calidad, criterios de acreditación, salud, seguridad y ambiente aplicables.
- Promover y verificar los análisis de trabajo seguro y permisos de trabajo, en la realización de tareas críticas o cuando aplique.
- Promover y participar en la elaboración de documentos para controlar las actividades de las operaciones.
- Apoyar y participar activamente en las actividades de calidad, salud, seguridad y ambiente
- Asegurar que se realicen las acciones de prevención y corrección en su ámbito de actuación.
- Promover los canales de comunicación, motivación, participación, consulta y rendición de cuentas interna y externa en relación a las actividades de OI.
- Reportar oportunamente los accidentes e incidentes de trabajo y ambientales ocurridos en su área, participar en la investigación y aplicar las medidas correctivas necesarias para evitar su repetición.

- Suministrar al personal a su cargo los elementos de protección personal necesarios y exigir el uso adecuado.
- Asegurar que el personal nuevo reciba inducción, entrenamiento y capacitación necesaria en los procedimientos técnicos y administrativos, para desarrollar sus funciones de manera controlada, segura, antes de iniciar labores.
- Asegurar el cumplimiento de los programas de capacitación y entrenamiento en OI del personal a cargo.
- Promover, participar y discutir temas de OI en reuniones de trabajo o específicas de seguridad, con el fin de revisar indicadores de gestión, planes de gestión, acciones correctivas, preventivas y mejora, atención a quejas entre otros temas para la mejora continua.
- Garantizar la realización de charlas de seguridad y difusión de boletines, comunicados e información de OI al personal a cargo, con el fin de garantizar su conocimiento y aplicación.
- Verificar que personal bajo su dirección cumpla con las políticas, objetivos, planes, programas, procedimientos, normas, reglamentos y demás directrices del sistema de calidad, acreditación, salud, seguridad y ambiente, asegurándose que se llevan a cabo en las debidas condiciones de seguridad, salud y protección del ambiente.
- Proporcionar información sobre cualquier material o situación peligrosa a la cual algún trabajador o contratista podría poner en riesgo su integridad o generar algún impacto ambiental.
- Cumplir con los procesos de reclutamiento, incluyendo evaluación de competencias OI, informar a RRHH incapacidades, cambios en funciones, nuevos riesgos y asegurar la actualización de los registros de personal.
- Informar los cambios de funciones, responsabilidades del personal a cargo al área de Recursos Humanos.

Competencias OI

Experiencia y Educación:

Propias del cargo

Entrenamiento:

- Generalidades de OI/HSE (Manejo de emergencias, conocimiento en el Sistema de Gestión OI/HSE, normatividad HSE, reporte de accidentes e incidentes, gestión ambiental entre otros aplicables al cargo según necesidades de capacitación identificados por la compañía)
- Tareas Críticas (trabajo seguro en alturas, trabajo seguro en espacios confinados, seguridad vial, prevención riesgo químico, seguridad en trabajo eléctrico, prevención de radiación u otra tarea crítica que surja, según aplique a la labor)
- Conocimiento en el sistema de gestión de calidad (solo si aplica)

En cuanto a las competencias de entrenamiento, si no cumple con la totalidad de las competencias específicas, deberá velar por cumplirlas, participando oportunamente en el programa de inducción, capacitación y entrenamiento de OI u otras

Perfil

Formación académica:

Ingeniero Químico, Mecánico, Industrial, Ambiental, Metalúrgico, Químico Farmaceuta o Carreras afines, Técnico de laboratorio, de Mina, o bachillerato completo

Experiencia:

Un año de experiencia en cargos similares. En su defecto, formación técnica profesional dentro de la organización

Dos (2) años de experiencia mínima en cargos similares tales como: manejo de sólidos, preparación de muestras, muestreos de pilas, barcas, camiones y manejo de muestreadores automáticos. En su defecto, formación técnica profesional dentro de la organización durante un tiempo mínimo de dos (2) años.

Conocimientos técnicos:

Paquete Office

Idiomas:

Español, conocimientos en Inglés Técnico

Habilidades

Desarrollo de Equipo: Es la habilidad de desarrollar el equipo hacia adentro, el desarrollo de los propios recursos humanos. Supone facilidad por la relación interpersonal y la capacidad de comprender la repercusión que las acciones personales ejercen sobre el éxito de las acciones de los demás. Incluye la capacidad de generar adhesión, compromiso y fidelidad.

Liderazgo: Es la habilidad necesaria para orientar la acción de los grupos humanos en una dirección determinada, inspirando valores de acción y anticipando escenarios de desarrollo de la acción en ese grupo. La habilidad para fijar objetivos y su seguimiento, la capacidad de dar retroalimentación integrando las opiniones de otros.

Empowerment: Potenciación o empoderamiento, se refiere a delegar poder y autoridad a los miembros de un equipo y de conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo. Incluye la capacidad para desarrollar la confianza del equipo en sus capacidades. Emprendimiento de acciones eficaces para mejorar el talento y las capacidades de los demás.

Orientación al Cliente: Implica el deseo y vocación por ayudar o servir a los clientes, de comprender y satisfacer sus necesidades. Comprende un esfuerzo por conocer y resolver los problemas de los clientes.

Trabajo en Equipo: Es la capacidad de participar activamente en la prosecución de una meta común, subordinando los intereses personales a los objetivos del equipo.

Implica la capacidad de colaborar y cooperar con los demás, de formar parte de un equipo y trabajar juntos.

Orientación a Resultados: Es la tendencia al logro de resultados, fijando metas desafiantes por encima de los estándares, mejorando y manteniendo altos niveles de rendimiento, en el marco de las estrategias de la organización.

Negociación: Habilidad para crear un ambiente propicio para la colaboración y lograr compromisos duraderos que fortalezcan la relación. Corresponde a la capacidad para dirigir o controlar una discusión utilizando técnicas ganar-ganar, planificando alternativas para negociar los mejores acuerdos. Se trata de centrarse en los problemas y no en las personas.

Impacto e Influencia: Implica persuadir, convencer, influir o impresionar a los demás para que contribuyan a alcanzar sus propios objetivos. Está basado en el deseo de causar un efecto específico, una impresión determinada o una actuación concreta en los demás cuando se persigue un objetivo.

Comunicación Asertiva: Habilidad que permite expresar sentimientos, opiniones y pensamientos, en el momento oportuno, de la forma adecuada y sin negar ni desconsiderar los derechos de los demás. Incrementa el autorespeto y la satisfacción de hacer las cosas con la suficiente capacidad para aumentar la confianza seguridad en uno mismo.

Acepto,

Nombre:

C.C. N°:

Fecha

ANEXO 3-4

**DATOS FINANCIEROS Y FLUJO DE
CAJA DEL PROYECTO**

PROYECTO PRÓXIMOS CORTOS PUERTO DRUMMOND

	0	1	2	3	4
Datos Macroeconómicos y Generales	2017	2018	2019	2020	2021
Inflación	5,75%	5,75%	5,75%	5,75%	5,75%
Tasa impositiva	34,00%	34,00%	34,00%	34,00%	34,00%
Tasa de descuento	31,00%				

Ingresos	2017	2018	2019	2020	2021
ASTM / ISO ANÁLISIS PRÓXIMOS	467.129.285	493.989.219	522.393.599	552.431.231	584.196.027
Factor Indexación Ingresos - IPC	5,75%	5,75%	5,75%	5,75%	5,75%
Ingresos	493.989.219	522.393.599	552.431.231	584.196.027	

Rotación de cartera (días de ventas)	0				
Cuentas por cobrar		0	0	0	0

Costos Operación	2017	2018	2019	2020	2021
1. Personal	265.489.694	280.755.352	296.898.784	313.970.465	332.023.766
2. Consumibles	40.956.000	43.310.970	45.801.351	48.434.928	51.219.937
3. Mantenimiento	15.613.840	16.511.636	17.461.055	18.465.066	19.526.807
4. Formación y desarrollo	2.000.000	2.115.000	2.236.613	2.365.218	2.501.218
Total costos de operación y mantenimiento	342.692.958	362.397.803	383.235.676	405.271.728	

Gastos Administración y Ventas	2017	2018	2019	2020	2021
Gastos de administración y ventas	28.930.400	30.593.898	32.353.047	34.213.347	36.180.615
Total gastos de administración y ventas	30.593.898	32.353.047	34.213.347	36.180.615	

Rotación de cuentas por pagar	30				
Total costos y gastos		373.286.856	394.750.850	417.449.024	441.452.342
Cuentas por pagar		31.107.238	32.895.904	34.787.419	36.787.695

Resumen de inversión	2017	2018	2019	2020	2021
1. Equipos de computo	9.554.260	0	0	0	0
2. Maquinaria y Equipos	126.026.623	0	0	0	0
4. Muebles y Enseres	13.774.400	0	0	0	0
5. Instrumentos, herramientas y otros consumibles	8.886.822	0	0	0	0
6. Trámite de acreditación	3.296.000	0	0	0	0
Total inversión	161.538.105	0	0	0	0

Vidas Útiles activos depreciables

1. Equipos de computo	5
2. Maquinaria y Equipos	10
4. Muebles y Enseres	10

Depreciación	2017	2018	2019	2020	2021
1. Equipos de computo	2017	(1.910.852)	(1.910.852)	(1.910.852)	(1.910.852)
2. Maquinaria y Equipos	2017	(12.602.662)	(12.602.662)	(12.602.662)	(12.602.662)
4. Muebles y Enseres	2017	(1.377.440)	(1.377.440)	(1.377.440)	(1.377.440)
Total depreciación		(15.890.954)	(15.890.954)	(15.890.954)	(15.890.954)
Depreciación acumulada		(15.890.954)	(31.781.909)	(47.672.863)	(63.563.817)
Propiedad planta y equipo bruta	161.538.105	161.538.105	161.538.105	161.538.105	161.538.105
Propiedad planta y equipo neta		145.647.151	129.756.196	113.865.242	97.974.288

PROYECTO PRÓXIMOS CORTOS PUERTO DRUMMOND

	0	1	2	3	4
FLUJO DE CAJA	2017	2018	2019	2020	2021
Ingresos		493.989.219	522.393.599	552.431.231	584.196.027
Costos de operación		(342.692.958)	(362.397.803)	(383.235.676)	(405.271.728)
Depreciación		(15.890.954)	(15.890.954)	(15.890.954)	(15.890.954)
Utilidad bruta		135.405.308	144.104.843	153.304.601	163.033.345
Gastos de Administración y ventas		(30.593.898)	(32.353.047)	(34.213.347)	(36.180.615)
Utilidad operativa		104.811.410	111.751.795	119.091.254	126.852.731
Impuestos operativos		(35.635.879)	(37.995.610)	(40.491.026)	(43.129.928)
UNODI		69.175.530	73.756.185	78.600.227	83.722.802
Depreciación		15.890.954	15.890.954	15.890.954	15.890.954
Variación de capital de trabajo		31.107.238	1.788.666	1.891.514	2.000.277
Inversión	(161.538.105)	0	0	0	0
Flujo de caja del proyecto puro	(161.538.105)	116.173.723	91.435.805	96.382.696	101.614.033
Acumulado FCPP	(161.538.105)	(45.364.382)	46.071.423	142.454.119	244.068.152
Factor de descuento	31%	31%	31%	31%	31%
VP Flujo de caja del proyecto puro	(161.538.105)	88.682.231	53.281.164	42.873.129	34.503.925
Acumulado VP FCPP	(161.538.105)	(72.855.874)	(19.574.710)	23.298.419	57.802.345
Periodo de recuperación de la inversión	2,46			2,46	

Capital de trabajo	2017	2018	2019	2020	2021
Cuentas por cobrar		0	0	0	0
Inventarios		0	0	0	0
Cuentas por pagar		(31.107.238)	(32.895.904)	(34.787.419)	(36.787.695)
Capital de trabajo		(31.107.238)	(32.895.904)	(34.787.419)	(36.787.695)
Variación de Capital de trabajo		(31.107.238)	(1.788.666)	(1.891.514)	(2.000.277)

EVALUACIÓN

Tasa de descuento	31,00%
Valor de la operación	219.340.450
Inversión	(161.538.105)
Valor presente neto	57.802.345
Relación Beneficio Costo	1,36
TIR	52,46%